ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

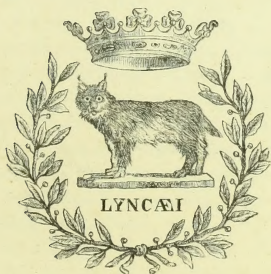
ANNO CCLXXX

1882-83

SERIE TERZA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME XVIII.

ROMA
COI TIPI DEL SALVIUCCI
1883 See page 487

Escursione scientifica nella Calabria (1877-78).
Jejo, Montalto e Capo Vaticano.
Studio geologico di CARLO DE STEFANI

approvato per la stampa negli Atti dell'Accademia

nella seduta del 3 dicembre 1882.

(Con sei tavole).

CAPITOLO PRIMO

Descrizione topografica.

Chi naviglii dai paesi d'Oriente verso l'Italia, dopo parecchi giorni di viaggio perviene alle viste della Sicilia, e seguitando per poco verso lo stretto di Messina, vede sorgere alla sua dritta la punta estrema del continente italiano.

Elevate cime, dagli ultimi di novembre ai primi di giugno coperte di neve e nascoste di frequente da scuro velo di nubi, o, nelle altre stagioni, con dolci e gentili curve staccate dall'azzurro cielo, scendono al mare. Ivi intorno a questo regna primavera perpetua e la spiaggia è ammantata da vigneti, da boschi di ulivi, di cedri di aranci, da opunzie (*Opuntia amyclea* Tenn., ed *O. ficus indica* Mill.), dall'Aloe (*Aloe vulgaris* D.C.), da Agave (*Agave americana* L.) e da qualche Palma del dattero (*Phoenix dactylifera* L.). Nell'alto le Alpi, nel basso le spiaggie d' Africa. Tale è l'Aspromonte od Aspramontagna, la punta estrema d'Italia di cui intendo parlare.

I confini esatti dell'Aspromonte sono, a levante, a ponente e a mezzogiorno il mare, che a levante e mezzogiorno ha nome di Jonio, a ponente di Tirreno. A ponente lo stretto di Messina o del Faro, detto anche Stretto per antonomasia, separa l'Aspromonte dalla Sicilia; nel suo estremo settentrionale è largo da 3325 metri fra il Pezzo in Calabria ed il paese del Faro in Sicilia, mentre si allarga fino a 24 chilometri nel suo estremo meridionale fra la marina sotto Pagliara in Sicilia, ed il Capo delle Armi, anticamente Leucopètra.

La maggiore profondità del mare si trova quasi nel mezzo allo Stretto, fra la Calabria e la Sicilia. Da 131 fathoms all'entrata settentrionale va a 51 fra la Punta del Pezzo e Canzirri: presso il Fanale di Messina è di 190, presso Reggio 350, fra Capo Scaletta e Pellaro 600. Il fondo ivi è composto di arena ora fina ora grossolana, di coralli e qua e là di fango (Fischer P. 3, 1877). A settentrione dello Stretto si estende la penisola; a mezzogiorno si allunga ancora la Sicilia. Un tratto di mare non meno largo di 60 chilometri divide la giogaia da Stromboli e dalle Lipari: fuori di questi luoghi si stende il mare nel quale niuna isola e niuna punta di terra si mostra a riposare l' occhio indagatore. A settentrione un tratto di terreno relativamente depresso, a guisa d'istmo, che fu detto dal Melograni *istmo Catanzarese*

N. B. A questa Memoria mancano alcune tavole che non vennero inviate in tempo dall'autore.

e dal Botta *strozzamento d'Italia*, riunisce l'Aspromonte alla Sila ed alle altre montagne della Calabria, quindi al resto d'Italia, di questo stivale, cui l'Aspromonte serve di punta. L'istmo di Catanzaro dalla bocca del Coràce a quella dell' Amato è largo 31 chil., dalla foce del Soverato a quella dell'Angitola poco più di 30. La spiaggia poi è lunga nel golfo di Squillace, dal Soverato al Corace chil. 14, nel golfo di s. Eufemia cioè nel Tirreno, dall'Angitola all'Amato 13,2 (Fischer P. 6, 1877). Un abbassamento di 250 metri produrrebbe ivi uno stretto di mare largo poco più di 1 chilometro : un abbassamento di 500 metri lascerebbe uno stretto largo un poco più di 14 chil., cioè più largo dello stretto di Messina.

Per comodo di studio i confini esatti di questa parte possono esser indicati dal Fiume Lamato tra la sua foce nel Tirreno e Marcellinara, dal Fàllaco dalle sue sorgenti ivi presso a Marcellinara fino alla sua entrata nel Coràce, quindi dal Coràce tra il Fàllaco suddetto e l' imboccatura nel mare. La linea ora accennata è anche la più depressa di questa regione.

La direzione dell' Aspromonte è da nord-est verso sud-ovest; la lunghezza fra i colli di Maida che scendono a settentrione sull' istmo Catanzarese e quelli di Mèlito che scendono sul mare a mezzogiorno è di chilometri 111 e metri 600; l'ampiezza maggiore, fra il Capo Vaticano e la Punta di Stilo è di chil. 67 e metri 200; la minima, tolte le estremità più meridionali, è chil. 34 e metri 800, fra Bagnara sul Tirreno e la foce del Careri sull' Jonio. Quando però si consideri soltanto la parte centrale della giogaia, le circostanze cambiano, e la massima larghezza della zona montuosa giunge a chil. 28 e 375 metri fra Reggio e Casignana, la minima a 6 chil. e mezzo fra Platì e Santa Cristina d'Aspromonte.

La giogaia che, vista dal mare, specialmente nella sua parte meridionale, apparisce quasi come un monte solo discendente tutto intorno dalla cima del Montalto, esaminata partitamente si trova distinta in più lembi che sono però strettamente connessi fra loro. Il lembo meridionale è formato dall'Aspromonte propriamente detto, o gruppo di Montalto, a modo di graziosa cupola che ha il suo vertice nel sopra nominato monte, il più elevato di tutta intera la giogaia, alto 1958 metri, e la base ampia, tutto all' intorno, nel mare, verso il quale scendono le pendici dirupate a nord-ovest più declivi dalle altre parti. Questo lembo va congiunto al resto della giogaia verso settentrione, mediante un lungo, stretto, e relativamente basso istmo montuoso, piano in cima, quasi a perpendicolo dalle parti, che va dai piani di Mastrogianni fra Santa Cristina e Platì, a quelli della Limina sopra Màmmola e S. Giorgio, ed intercede a mo' di gigantesco paravento fra le colline di Gerace e Platì e la Piana di Gioia. La lunghezza di tale istmo è di circa 24 chil.; la larghezza maggiore di circa 13 chil., la minore di 6 chil. e mezzo ; l'altezza va da 1190 a 780 metri, scendendo leggermente ma costantemente da mezzogiorno a settentrione, quanto più si allontana dal Montalto.

Quasi d' improvviso la montagna si allarga di nuovo quanto il Montalto e si rialza un poco, rimanendo però più bassa e meno dirupata di quello, e forma così il gruppo della Serra che alla sua volta viene diviso in due zone secondarie, parallele, da una depressione diretta da nord a sud la quale dà ricetto alla parte superiore del Fiume Ancinale tributario del mare Jonio. Il monte più alto della zona di levante, detta anche la Serra Chindilli o gruppo del Pecoraro, è il Monte Pecoraro

alto 1420 metri, cui succedono a sud e a nord la Pietra di Spada (1400 m.), la cima delle Niviere (1412 m.) ed altre sommità inferiori a 1300 e 1200 metri. Il punto più elevato della zona di ponente è il Monte Croce a 1268 m., cui succede una serie di cime tutte sotto 1200 e più spesso sotto 1100 metri. A settentrione, fra Vallelonga e Chiaravalle, dopo aver corso circa 32 chil., i due rami della Serra si restringono e si abbassano dinanzi alle vallate superiori del Mèsima che scende nel Tirreno e del Forno che va nell' Ombrato poi per mezzo dell'Ancinale all' Jonio. Al di là di queste vallate entrano i poggi che formano il gruppo della Serralta o di Maida, a guisa di gran tavolone, ripido nelle pareti laterali, non molto declive anzi poco meno che pianeggiante nella estesa sommità la cui cima più elevata è la Serralta a 1030 metri. Questi monti della Serralta e della Serra, seguendo alcuni antichi autori, li comprendo col nome di Jejo.

Lateralmente alla giogaia principale, e più precisamente di fianco alla Serra, dalla parte del Tirreno, s'innalza il Capo Vaticano, il quale si può paragonare ad un quadrato irregolare lungo circa 24 chil., e largo circa 15, che a nord, ad ovest e a sud s' innalza sul mare per mezzo d'una serie di gradinate le quali finiscono in un esteso altipiano la cui cima è il Monte Poro alto 708 metri. Il Capo Vaticano è affatto distinto dall'Appennino principale per via di una depressione ragguardevole, nella quale scorre il fiume Mèsima, e si connette in certo modo colla Serralta nell'estremo settentrionale di questa, mediante una sottilissima lingua della medesima roccia antica che forma l'ossatura dei monti.

Nel fianco tirreno, per via della speciale conformazione de' monti, cioè del Capo Vaticano e della massa del Montalto la quale subitamente si restringe fra Platì e Santa Cristina, viene chiusa una bassura circolare detta la Piana, con una superficie di circa 400 chil. quadrati, terra feracissima che si potrebbe considerare come una continuazione del Golfo di Gioia, e si potrebbe paragonare ad un imbuto, ovvero, come fece il Fasano, ad un ampio cratere vulcanico. Nella pendice opposta orientale jonica, fra Stilo e l' estremità più meridionale si ha una serie di collinette, quasi a modo di Prealpi, parallele alla spiaggia ed alla giogaia principale, e staccate da questa mediante una piccola depressione: questo particolare fatto ha origine, come si vedrà, nella natura speciale del terreno che nel tratto depresso intermedio fu più facilmente portato via dalle acque.

Considerando l' insieme di questi monti si vede una serie di altipiani rivolti al mare, i più elevati dei quali, che in volgare sono detti *campi*, formano a dirittura alcune sommità, mentre altri stanno tutto intorno a queste a guisa di gigantesche gradinate, quasi volessero mettere in comunicazione il cielo col mare. Questi altipiani sono estesi specialmente intorno al Montalto verso il Tirreno e danno alle montagne della Calabria meridionale, che potrebbe esser detta regione dei pianalti, un' impronta speciale che manca nel rimanente dell' Appennino e nelle Alpi. Le pendici di queste gradinate sono quasi ritte, talora interrotte da scalinate minori, mentre le superfici che le terminano sono lievemente declivi e coperte da terra fertilissima. I piani più elevati, piccoli però e con pendio più ripido degli altri, si trovano a settentrione del Montalto sopra la Piana: sono il piano dei Vadi, il piano Melìa, ed i piani di Carmelìa, di Junco e di Pietra Cucconia: l'altezza loro, quasi identica per tutto, va da 1150 a 1330 m.

La serie più continua e formata da piani più estesi è quella che succede più in basso. A sud e ad est del Montalto si trova qualche ripiano piccolissimo ad un' altezza fra 1000 e 1200 metri come il monte Cordèna ad ovest di Bagalàdi, i campi sopra Roghùdi (1140-1260 m.), la contrada Carrà sopra Platì. A ponente invece, a cominciare da sopra Reggio, si va per piano quasi fino alla estremità settentrionale della Serra traversando or selve di castagni, or boschi di faggi, or campi feracissimi di grano. V' ha soltanto, fra i campi di Aspromonte ed i campi di Mastrogianni sopra Pedàvoli e Santa Cristina, una interruzione la quale divide i piani in due serie, una meridionale alle falde del Montalto sopra Reggio, l'altra settentrionale che forma a dirittura il vertice dei monti e lo spartiacque fra l' Jonio ed il Tirreno. Nella prima serie i piani, molto estesi, salgono da 920 a 1300 metri, e sono i seguenti: campi di Sclanà (920-1190 m.), campi di s. Agata (990-1290 m.), campi Romeo e contrada Donato (960-1300 m.), piani di Aspromonte (990-1160 m.): tralascio alcuni piani intermedî di assai minore importanza. La serie settentrionale è più degna di nota, e per la sua posizione già accennata, e perchè quasi forma un solo piano lungo come ho già detto circa 24 chil., e largo da 6 chil. e mezzo a 13 chil., il quale scende con leggerissimo pendio da mezzogiorno a tramontana, talchè mentre il punto più alto a sud sta a 1190 m., e si connette coi piani circostanti al Montalto, il punto più basso a nord sta a 780 m. Ecco i nomi dei piani principali a cominciare da sud, ed i limiti delle loro altezze dai quali si parrà chiara conferma di quello che ho detto: contrada Mastrogianni (1000-1190 m.), piano di Alati (1050-1070 m.), piano Bruschiata (970-1030 m.), piano Vaccarizzo (870-1030 m.), piano della Chiusa (870-1000 m.), piano della Cresta (830-960 m.), contrada Stempato (840-930) m.), contrada Sàrico (800-830 m.), piano della Limina (780-830 m.), nel mezzo al quale, per strana eccezione, è un poggetto conico alto 47 m. di più. Coi Tre piani (950-1040 m.), e col monte Seduto (950-1150 m.) termina la serie degli altipiani che formano lo spartiacque, e cominciano tre nuove serie. Una serie è quella dei piani che vanno lungo l' alta valle dell'Ancinale da Fabrizia (900-1030 m.), a Mongiana (900-1040 m.) e Simbarìo (800-880 m.), e separano il gruppo del Pecoraro dal gruppo del Monte Croce. L'altra serie gira ad oriente del Pecoraro verso l' Jonio, ed è quella dei piani interrotti del bosco del Principe e del Timpone del Russo a nord di Grotteria (1000-1217 m.), di Giano (1030-1120 m.), e della Ziia (950-1050 m.) ad est di Fabrizia, della colla dei Pecorari (1100-1180 m.) di Cardà (1060-1130 m.), e della gran Serra (970-1050 m.). La terza serie è quella dell' esteso e molto declive ripiano il quale presso a poco dalle non alte sommità che separano la valle dell'Ancinale dal Tirreno scende fino alle ripide pendici sotto le quali stanno allineati da sud a nord i grossi paesi di Laureàna, Bellàntone, Serrata, Caridà, Dinàmi, Acquano, Dasà, Arena, Gerocarne, Sorianello, Soriano, Pìzzoni, Vazzano (480-980 m.). Quest' ultima serie continua nei monti di Maida, ed anzi si può dire ne formi il vertice esteso e poco disuguale (510-910 m.).

Non occorrerà del resto che io descriva gl' innumerevoli scaloni che a differente altezza si trovano in questa regione dei pianalti, tanto più che avrò necessità di tornarvi più tardi. Per dare un esempio accennerò i seguenti piani che si trovano scendendo da quelli già indicati dell' Aspromonte al mare fra Bagnàra e Scilla, e

comincerò dai più alti: piani di s. Anastasio (730-840 m.), di s. Nicola (610-660 m.), della Chiusa (530-580 m.), e piano sopra s. Pietro (410-460 m.).

Fra i piani più estesi nel Capo Vaticano sono quelli del Poro e della Crista che ne segnano il vertice (550-708 m.), e continuano coi piani di Monteleone e dello Scrifi fino all' Angitola: più bassi sono i piani di Fràncica (260-330 m.), e di s. Angelo (200-270 m.); più bassi ancora quelli di Campo malo, dell'Alberino, ed altri intorno al Mèsima (72-140 m.), ed inferiori a tutti quelli intorno Rosarno (62-77 m.).

Una stretta zona di alluvione fluviale o di sabbia frequentemente spoglia di vegetazione serve di cornice ai monti e li stacca dal mare: in taluni luoghi però le pendici più o meno ripide scoscendono fino a quello. Per cominciare il giro da settentrione nel lato orientale, dirò che il monte tocca il mare per un tratto lungo quasi 2 chil. e mezzo sotto Stalettì, formando le due punte del Copanello e del Grillone le quali insieme possono portare il nome di Capo Stalettì: vi torna al Capo Bruzzano dopo lunghissimo tratto nel quale si avvicina assai al mare, nella marina di Soveràto ed a Roccella Jonica. Succede quindi una lunga interruzione fino al Capo di Bova, sebbene la distanza del monte dal mare non sia molto grande in ispecie fra il Capo Spartivento, anticamente Zefirio, e il Capo di Bova, sì che talora fra il mare ed il poggio vi è spazio poco più che per la strada ferrata. Dopo il Capo di Bova la spiaggia torna rocciosa al Capo delle Armi, detto anticamente Leucopètra per l'aspetto biancastro che presenta da lungi. Passato lo Stretto, fra Cannitello e Palmi, la roccia gneissica scende a picco sul mare, per la lunghezza di quasi 25 chil., e forma le pittoresche rupi di Scilla e di Bagnàra. Vi scende di nuovo quasi tutto intorno al Capo Vaticano, cioè fra Nicòtera e la torre di Jòppolo, fra la punta dello Spinoso ed il Capo Vaticano, a Tropèa e sotto Parghelìa, fra il Capo Cozzo o Zambrone e la Rocchetta di Briàtico, e finalmente al Pizzo.

Così ho nominato pure tutti i promontorî principali della regione, che sono, ripeto, la punta di Stalettì, il Capo Bruzzano, il Capo Spartivento, il Capo delle Armi che sta quasi a guardia dello Stretto, il Capo Vaticano, ed il Capo Cozzo. Fra le punte formate dalla spiaggia sabbiosa le più ragguardevoli sono la punta di Stilo e la punta del Pèllaro.

L' istmo depresso che separa l'Aspromonte dalla Sila, chiude a levante il Golfo di Squillàce, a ponente il golfo che prende nome dalla rovinata città di s. Eufemia; ma questi golfi sono ampie cavità senza difesa la cui spiaggia non è più sicura di quello che sia altrove. Lo stesso dicasi dell' ampio Golfo di Gioia che si apre fra il Capo Vaticano e la punta del Pezzo. Lo Stretto di Messina, come quasi tutti gli stretti, è mal fido alle navi, tanto che da antico tempo gli avi nostri vi aveano posto ad abitare i mostri di Scilla sulla costa calabrese e di Cariddi sulla costa siciliana: dalla parte di Sicilia vi si trova però il porto naturale sicurissimo di Messina. In tutta la spiaggia calabrese attorno l'Aspromonte, per la lunghezza di quasi 300 chil., non si trovano porti, quando si eccettui il piccolo porto artificiale di Santa Vènera a mezzogiorno del Pizzo e l' altro porto in costruzione presso Reggio. La profondità delle acque rende però facili gli approdi presso la spiaggia sabbiosa nei tempi meno cattivi e nelle stagioni buone, durante le quali, dopo avere sbarcata la mercanzia, traggono le barche a riva in attesa di nuovo carico. Perciò le marine sono popolate di pescatori e di marinai che fanno un certo commercio d'olio,

di aranci, di frutta, essenze, legname, commercio più esterno che di cabottaggio. Quasi ogni grosso paese fabbricato sulla collina o sulla montagna dalla parte del mare ha la marina che da esso piglia il nome, e quasi ogni marina ha un luogo di ormeggio pelle barche e pei navicelli, che, per modo di dire e per metter di buono almeno il nome, chiamano *Porto salvo*. Sono pertanto da rammentarsi le marine o porti salvi di Soveràto, Roccella, Monasteràce, Gioiosa, Siderno, il cui ancoraggio è reso più comodo da una secca che è a piccola profondità, Geràce presso l'antica Locri, Ardòre, Bovalino, Bianco, Mèlito che è la punta più meridionale della penisola, più meridionale del Capo Spartivento, del resto sopravanzato anche dalla punta di Palìzzi, Reggio, Gàllico, Villa s. Giovanni, Cannitello, Bagnàra, Scilla, Palmi, Gioia, Nicòtera dove in faccia è pure una larga secca, Tropèa, Pizzo.

Per rendere più facile la navigazione sono provvisti di faro la marina di Siderno, il Capo Bruzzano, il Capo Spartivento, il Capo delle Armi, la marina di Reggio, la marina di Scilla, il porto di Santa Vènera, ed il Pizzo. I capi Bruzzano, Spartivento, e delle Armi sono provveduti anche di telegrafo semaforico.

Il pendio ripido e breve e la poca ampiezza dei monti fanno sì che veri fiumi non si abbiano; le correnti d'acqua, per lo più temporanea, le dicono *fiumare*, o *valloni* quando hanno dimensioni minori, o *ghimmari* dal greco *Χυμαρος* che significa ruscello. Le fiumare scendono dai monti in linea quasi retta perpendicolare alla spiaggia, ond' è che nel lato orientale sono dirette da nord-ovest a sud-est; fra Capo Spartivento e Capo delle Armi da nord a sud, e nel versante tirreno presso a poco da est ad ovest. Una irregolarità maggiore presentano l'Ancinale ed i fiumi della Piana, a cagione della conformazione geografica di questa già sopra accennata. L'Ancinale sorge nella depressione che fu indicata in mezzo alla Serra e scorre per un certo tratto nella direzione di questa, cioè da sud-ovest a nord-est, poi ripiega presso Chiaravalle dirigendosi al mare verso est. Nella Piana la quale ha, come dissi, apparenza imbutiforme aperta al mare verso ovest, i maggiori fiumi, che sono anche i maggiori della Calabria meridionale, sono il Mèsima ed il Marro: il primo raccoglie le acque nella regione settentrionale alla Piana e le porta al mare dirigendosi nella maggior parte del suo corso circa da nord-est a sud-ovest: il secondo le raccoglie nella metà meridionale e si dirige da sud-est a nord-ovest. L'Angìtola che si dirige quasi da sud a nord ha origine pure nella depressione che sta fra la Serra ed il Capo Vaticano a settentrione della Piana.

Il fiume maggiore di tutto l'Aspromonte è il Mèsima, lungo circa 50 chilometri: nasce nella Serra intorno a Simbario, raccoglie i lunghi torrenti Marepòtamo, Calopòtamo o Mammella, Metramo e Vocale con altri minori, ed ha foce nel Tirreno presso Rosarno: nel suo corso inferiore, secondo esperienze fatte in addietro e secondo ciò che viene riferito dal Di Pasquale, ha la velocità di 64 passi per minuto. Vengono di poi, il Marro o Petrace che nasce nei monti sopra Cittanova dove ha il nome di fiumara Razza, e dopo avere raccolto i torrenti Calabro, Duversa ed altri minori sbocca nel Tirreno presso Gioia: è lungo circa 28 chilometri, e corre 108 passi al minuto. L'Ancinale che nasce sopra Serra s. Bruno. e dopo aver corso circa 30 chil., sbocca nell' Jonio presso la marina di Soverato. L'Allaro anticamente Sagra, sulle cui sponde ebbe luogo una grande battaglia fra Locresi e Crotoniati, nasce nei monti della Mongiana e termina nell' Jonio alla

marina di Caulonia dopo aver corso circa 32 chilometri, con la velocità di 124 passi il minuto. Lo Stilaro nasce nei monti sopra Ferdinandea, corre circa 25 chil., e finisce nell'Jonio nella marina di Monasteràce. Il Piscopi o fiume di Amendolèa, il più importante della regione meridionale, nasce nel Montalto e correndo circa 30 chil., dopo aver traversato il paese abitato dai Neo-greci, entra in mare alla marina di Amendolèa che fu patria di Prassitele. L'Angìtola nasce nella Serralta sopra Monterosso e dopo circa 25 chil., finisce nel Tirreno un poco a settentrione del Pizzo. Lascio altri torrenti minori, e non parlo del Lamàto e del Corace che hanno le loro sorgenti e buona parte del corso nella Calabria settentrionale.

Queste fiumare sono gonfie e rovinose nell'autunno, nell' inverno, ed allo sciogliersi delle nevi, secche e piene di sterminati letti di ghiaia nella state, giacchè a mala pena escono dall' interno delle valli dove sono chiuse da pareti formate di rocce cristalline per lo più a picco, lasciate senza freno, dilagano il terreno basso lasciando greti incolti dove nasce appena qualche tamerici, la *Linaria stricta*, e qualche oleandro, per la larghezza di parecchie centinaia di metri. Le acque sono guadabili dove non esistono ponti, anche d' inverno, a piedi, a cavallo, o in carrettone; ma nei ruscelletti non ghiaiosi del versante ionico, che hanno un fondo argilloso, è facilissimo affondare nella belletta ciò che i paesani dicono *impillare*: l'inconveniente si evita passando sulla sabbia del lido. Le maggiori estensioni dei letti ghiaiosi delle fiumare lungo il litorale sono, quella dell'Assi larga un chilometro, quella dello Stilaro larga quasi due, e quella un poco maggiore del Precàriti e dell' Allaro che alla foce si riuniscono; due chilometri e mezzo sono larghe quelle contigue del Careri e del Buonamico. Per trovare la ripetizione di fatti consimili bisogna traversare tutta la penisola e andare ai fiumi che scendono nella vallata del Pò dall'Apennino settentrionale e dalle Alpi, specialmente al Piave, al Tagliamento, all'Isonzo, ed agli altri della regione orientale. Le arginature sono rare e fatte quasi sempre senza l'aiuto d' ingegneri, con gabbioni di pietre, o con palafitte intrecciate a frasche dette *inzuccate*; soltanto il Budello, grosso ruscello presso Gioia, ha il suo tronco inferiore incanalato per conto del Governo da lavori in muratura: argini di pietre murate se ne vedono intorno a Reggio e nel versante Jonio, a Mammola, Gioiosa ed in pochi altri luoghi; nel basso Mèsima ed in qualche altro luogo sono state poste lungo le fiumare delle file di salci e di pioppi. In quel di Reggio, Gioiosa, Mammola, Bagnara, e nella Piana usano spesso fare delle arginature o colmate dette *angre*: lungo i torrenti chiudono delle estensioni quadrate di terreno con muri a secco coperti verso la corrente di frasche e di fuscelli: vi dirigono le acque torbe nei tempi di piena, e queste depositano la belletta e riempiono quelle casse di colmata seguitando poi il loro corso. L'irrigazione degli estesi terreni quasi piani che stanno lungo il litorale sarebbe molto facile, ed in parecchi luoghi nel piano e nel monte si servono dell'acqua dei torrenti: i canali più importanti, anzi gli unici, per la loro lunghezza maggiore, sono quello della marina di Siderno che deriva l'acqua dal Novito e quello del piano intorno a Rosarno che prende l'acqua del Metramo, al Portellone: ma sono lavori piuttosto rozzi e primitivi.

L'estensione dell'alveo delle fiumare impedisce lo sviluppo delle strade cui si richiedono ponti eccessivamente lunghi, ed arrestando le acque in pozze ed in stagni tenuti in collo dal mare rimane appestata una parte troppo estesa di litorale, là dove

un tempo fiorivano le più belle campagne e le più popolose città della Magna Grecia. Le arginature ed i ponti fatti a servigio della via ferrata hanno in qualche luogo diminuito la malaria col dare un corso più regolare alle acque, ed hanno mostrato una volta di più qual sia la colpa degli uomini che si sono lasciati prendere la mano dalle forze della natura mentre così facilmente potrebbero soggiogarle.

Laghi propriamente non ne esistono, ma dal terribile terremoto del 1783, nelle colline argillose che circondano la Piana specialmente a mezzogiorno, sia per isprofondamento del suolo, sia per la caduta di frane che intercettavano i torrenti, venne formata una quantità di pozze o laghetti che rendevano malsani i luoghi circostanti e che vennero poi prosciugati naturalmente od artificialmente per via di emissarî o per via di colmate. Nel tenimento di s. Bruno presso Sinopoli erano 72 pozze o laghetti, l' ultimo dei quali largo circa 10 metri e lungo circa 20 fu prosciugato da poco tempo: 55 ne erano nel tenimento di Sitizzano, 9 in quel di Sinopoli, parecchi in quel di Oppido nuovo, 12 in quel di Santa Cristina dei quali il maggiore era lungo 1272 m., largo 450 e profondo 6, e tutti furono prosciugati da 20 o 30 anni a questa parte. Fu prosciugato parimente un laghetto o palude in quel di Panduri presso Careri nel versante Jonio, per cura degli abitanti del villaggio che rimaneva ammorbato dall' aere pessimo prodotto dal medesimo.

Molti stagni però restano tuttora lungo il litorale pieni d'acqua ferma da un anno all'altro. Citerò, cominciando lungo l' Jonio da settentrione verso mezzogiorno, gli stagni fra Monasteràce e Roccella formati dalle acque dello Stìlaro, e specialmente da quelle dell'Allaro che alla marina di Caulonia si arrestano dietro le dune; gli stagni della valle del Novito presso la marina di Siderno; il Pantano grande presso la foce del Laverde, il Pantano grande presso la foce della fiumara di Bruzzano, il Pantano piccolo presso la marina di Brancaleone, il Pantano del Falcone o lago della Salina fra le Saline e Mèlito; gli stagni alla foce del Petrace, detta Ciambra, presso Gioia; le paludi nella vallata inferiore del Mèsima intorno Rosarno, delle quali 8,300 ettari sono stati bonificati per cura, in gran parte, dello Stato, còn difese arginali, e con prosciugamento naturale; il laghetto o maricello di Bivona, bonificato pure in gran parte dallo Stato, che ha reso alla coltura 346 ettari di terreno, mediante colmata del lago e delle sue gronde palustri, con sistemazione degl' infimi corsi d'acqua ivi accorrenti; e finalmente i paludi intorno alla foce del Lamato.

Per cagione di questi stagni e paludi l'aere è maligno in moltissimi luoghi del litorale. Aria pessima e per estensione non piccola è lungo il Tirreno nelle piane dell' Angitola e del Lamato intorno al golfo di Santa Eufemia e nella piana di Rosarno e di Gioia intorno al golfo di questo nome, la quale piana è però popolata; anzi in qualche altura pur sempre malsana vi si trovano dei paesi grossi, per via delle coltivazioni e del commercio piuttosto ragguardevole d'olio che vi si fa. Seguitando il giro verso mezzogiorno si ritrova l'aria cattiva passato il Capo delle Armi alle Saline; nè molto buona è ivi presso nei dintorni di Mèlito, anzi continua con qualche variazione d'intensità fino al Capo di Palizzi raggiungendo il peggior grado alla marina di Amendolèa. Passato il Capo Spartivento ritorna alla marina di Brancaleone fin verso Bianco e Bovalino, specialmente intorno alle fiumare di Brancaleone, di Bruzzano, ed alla Verde. Soltanto da pochi anni v' è un miglioramento nella spiaggia fra la marina di Bovalino e la marina di Gerace, come pure alla marina di Gioiosa: da

più antico tempo è risanata la marina di Siderno. Peggiori tratti ricominciano alla marina di Caulònia, luogo veramente pestilenziale, e continuano, direi quasi senza interruzione e con poche variazioni in meglio, assai oltre ai confini della regione che esamino, fin verso Taranto. Nei limiti di quella v' è qualche miglioramento nel tratto fra Soverato e la punta di Stalettì. Ad accrescere la malaria, oltre al poco declivio della spiaggia ed all' estensione delle fiumare, si aggiunge la natura delle colline che costeggiano l'Jonio mattaionose e sterili di piante quali potrebbero in qualche modo sminuire il malanno. Gli abitanti del monte rifuggono dallo stare in quei luoghi più di quanto può essere necessario per qualche affare; chi apre qualche bottega o dimora lungo la spiaggia per cagioni d'interesse, se la batte ai primi di giugno, e non ritorna che a novembre; durante la state non vi rimangono che le guardie doganali e gl' impiegati della ferrovia, i quali non isfuggono alle febbri; anzi vi sono soggetti per fino gl' impiegati viaggianti a servizio dei treni. Eppure, proprio in questi luoghi ora sì disertati, fiorivano una volta le splendide città di Locri, di Sibari, e di Crotone : dove un popolo ricco e poeta nuotava nel lusso e ne' piaceri, è forse una famiglia o più spesso qualche uomo dalla sua famiglia lontano che febbricitante passa de' mesi fra un meschino giaciglio ed un casotto di guardia della ferrovia: dove Pitagora insegnava alle genti da ogni parte convenute precetti che in parte prevenivano il Cristianesimo, è rimasto qualche rudero indecifrato dell'antico splendore, dal quale rifuggono perfino i gufi e le civette.

Benchè i fiumi ed i torrenti si perdano quasi interamente durante la state nelle sabbie e nelle ghiaie, non è a credere che il paese difetti di acque, salvo nella Piana dove provvedono con pozzi. Nei luoghi montuosi sono frequenti acque sorgive, e sul litorale basta quasi sempre, in specie lungo il Tirreno, far un pertugio e grattar la terra a poche braccia dal mare per veder sorgere acqua dolce discreta a bere. Per quei fori ricompare l'acqua scesa dai monti, la quale, perduta per via, filtra fra strato e strato, e giunta al livello del mare zampilla se venga formata qualche apertura a pochi decimetri sopra il medesimo. In tal modo provvedono di frequente l'acqua per irrigare gli agrumi, gli orti, ed i campi, mediante norie o *siene* di modelli perfezionati, di cui è tanta la richiesta oggigiorno che la casa lombarda la quale riceve le ordinazioni non basta: in tal modo pure ricevono l'acqua le fonti di Reggio, e mediante piccoli scavi nell' arena le lavandaie trovano l'acqua che loro occorre.

Il litorale è la regione degli agrumi, degli oliveti e delle vigne: nei poggi sovrastanti si estende la regione dei boschi cedui formati quasi interamente di castagni, che poi cessano per dare il posto ai faggi, i quali insieme con qualche abeto e con qualche larice arrivano benchè striminziti e meno vegeti fino alla sommità del Montalto.

Sono poi qua e là dei terreni incolti e spogli di vegetazione, non tanto per l' incuria degli uomini, quanto per le loro condizioni fisiche. Tali sono: le sabbie quasi impervie e troppo facilmente franose di Pentìmele e d'altri luoghi presso Reggio; le biancane o terre dette *maramusca* che s' incontrano intorno a Bianco, intorno alla marina di Gioiosa, e per lunga estensione da Roccella a Soverato ; e finalmente i galestri non dissimili per la natura fisica dalla terra delle biancane, i quali per lungo tratto si estendono fra le colline verso il mare ed i monti, da Stilo a Gioiosa, e da Gerace a Platì e Brancaleone. Più che altro si oppone alla coltivazione di questi terreni la loro natura argillosa tenace ed impervia alle acque per cui

converrebbe ammendarli con terreni sabbiosi che li rendessero più soffici e più teneri: tanto è vero che la superficie più elevata e più pianeggiante dei colli formati da *maramusca* regge un'abbondante vegetazione d'erbe prative e specialmente di *Sulla*, perchè quella terra, al sole, si scrosta e si sfarina: però questo prodotto è facilmente portato via dalle acque e dalla gravità stessa, dove la superficie non sia un poco pianeggiante. Nulla dirò dei piani nella vallata del Mèsima, alla foce del Lamato ed altrove, incolti perchè malariosi, nè delle vaste ghiaie delle fiumare spoglie affatto di vegetazione, le quali, purchè con arginature e con sostegni si regolassero le acque, potrebbero colla comodità della irrigazione dar tanta rendita da compensar bene le spese fattevi.

Anco in questa parte delle Calabrie, benchè fin' ora un poco meno che altrove non per altro che per la difficoltà delle comunicazioni, si hanno a lamentare i diboscamenti con tutti i danni che ne conseguono e che sono fin troppo noti. Le pendici costituite di *gneiss*, in specie sopra Gerace e Mammola, intorno alla Piana ed alla valle del Mèsima, e nel fianco meridionale del Capo Vaticano, quando sia tolta l'antica veste di piante che le ricopriva, rimangono più esposte alle acque le quali le penetrano e le sciolgono ed alterano i feldspati ed altri elementi della roccia sì che il monte rimane incoerente e quasi rintronato, ed alla prima occasione frana distruggendo le piantagioni sottostanti e case e fino intieri paesi. In poco meno di un secolo le frane hanno fatto sparire tanti paesetti, come Mutarì, Santa Barbara, Semiàtone, Miglianò, Pòtame, Pronìa, Bracciara, Soreto, e n'hanno posto in pericolo tanti altri come Ciano, Limpìdi e Jòppolo. Nel 1878 ebbe luogo, come già tante altre volte, una frana quasi improvvisa, nel Petto della Torre, presso Jòppolo, che per un' altezza di più che 600 metri scoscende al mare Jonio, e furono portate via parecchie case. Anch' oggi, dove prima erano fertili e belle coltivazioni, si vede la frana nuda e desolata, che ha raggiunto il mare per la larghezza di quasi due chilometri. Non v'ha altro rimedio preventivo contro queste frane se non una buona conduttura delle acque superficiali ed il rimboschimento, cominciando dalle piantagioni di acacie le quali vengono su sollecitamente e frenano intanto il terreno, preparando il suolo per altre piante d' alto fusto.

I paesi grossi e molto popolati sono frequenti, perchè la gente vive agglomerata, talchè le campagne, salvo nei dintorni di Reggio ed in qualche parte sull'Jonio, son poco fornite di case, anche per cagioni di sicurezza.

Politicamente la regione comprende: tutta la provincia di Reggio o di Calabria ultra prima coi suoi tre circondarî di Reggio, Palmi e Geràce, 107 comuni con 353,608 abitanti; ed una parte della provincia di Catanzaro o di Calabria ultra seconda, cioè tutto il circondario di Monteleone con 46 comuni, e 123,532 abitanti, la massima parte del circondario di Catanzaro con 31 comuni interi, porzione del comune di Marcellinara e 73,971 abitanti, ed un terzo del circondario di Nicastro con 8 comuni e 25,819 abitanti.

Il viaggiatore che voglia visitare questi luoghi, anche nei borghi più grossi, non troverà a volte tutti i comodi desiderabili per dormire, e converrà si adatti e si raccomandi alla gentilezza grande degli abitanti; non vada con prevenzioni, se non con quelle che di solito si debbono fare quando si va a girare pei monti; lasci a casa la diffidenza, e se proprio non vuol rinunziare a portar armi le nasconda. Il

popolo, e con ragione, vi è per solito diffidente, ma se lo trattate con piena amicizia e con franchezza, vi contraccambierà da vecchio amico, e vi colmerà di gentilezze che faciliteranno d'assai il vostro compito e vi renderanno meno incomodo il soggiorno. Ciò si farà senza lasciare la fermezza e l'ardire in quelle circostanze nelle quali si presentasse l'occasione di farne prova. Io girai l'Aspromonte ed il litorale circostante per lungo e per largo, solo e accompagnato, di giorno e di notte, a piedi, a cavallo, in carrozza, in ferrovia ed in barca, e non ebbi mai a lamentarmi di alcuno.

Le bellezze della natura, le viste stupende, non mancano; anzi pel loro diverso carattere riescono tanto più nuove e più gradite a coloro che sono abituati ad altri climi e ad altre montagne. Certo non vi sono nè le grandiose cime, nè le perpetue nevi, nè i calcari e le dolomiti frastagliate che danno un'impronta sì grandiosa e tanto più bella quanto più orrida alle Alpi: ma vi è il cielo azzurro, il bel mare ceruleo e immenso, e le Lipari che paiono quasi nuotare intorno come delfini giganteschi, e la vista della Sicilia e dei monti fino alla Basilicata, e l'Etna colossale continuamente ammantato di neve, e l'umile ma irrequieto Stromboli. Piccolo fumo, appena visibile al levare ed al tramontare del sole, si agita sull'Etna; ma una perpetua nube in balia del vento esce dallo Stromboli: e così se non si spassa l'occhio nei ghiacci nei quali l'acqua è pietrificata si porta la mente ai fuochi che liquefanno le più dure pietre, e lo spettacolo non riuscirà meno grande, la natura non parrà meno bella. Per godere tali spettacoli dalla sommità del Montalto non è difficile la via: vi si può andare da Reggio prendendo la strada dei campi che è per lungo tratto carrozzabile, ovvero da Santo Stefano d'Aspromonte: si può pernottare nella baracca di Sant'Ello (1655 m.) donde la mattina per tempo si può salire in poche ore al Montalto passando per la Punta Materazzi (1852 m.): la strada da Santa Eufemia pei campi d'Aspromonte è più faticosa e per lungo tratto più cattiva; si può salire anche da Roghudi e da Bagaladi pernottando al solito nella baracca di Sant'Ello; ma le strade sono meno buone. I portatori di neve che partono da Gerace, Gioiosa, Mammola vanno per gli altipiani, dormono fuori una notte, e il giorno dopo salgono sul monte a prendere la neve nelle caverne. Il meglio di tutto è forse andar da Platì o da San Luca sull'Jonio al convento di Santa Maria dei Polsi o della Madonna della Montagna (700 m.) che è il luogo abitato, in fondo ad una valle, più prossimo al Montalto; la mattina però bisogna fare una salita ripidissima di 1258 metri per la quale occorrono almeno 8 ore di viaggio. Non meno belli sono i punti di vista che si godono da altre cime meno elevate e più comode. La vista del telegrafo e della fortezza di Monteleone, col mare ai piedi che par quasi toccarlo, il Capo Vaticano steso dinanzi, lo Stromboli e le Lipari da una parte, la punta del Cocuzzo e gli altri monti della Sila dall'altra, l'Etna colla Sicilia a mezzogiorno, è tale che una volta goduta non si dimentica più. Non mancano di dare un'idea delle Alpi le verticali pendici dei monti granitici sopra Platì, Santa Cristina, Sant'Eufemia, San Giorgio Morgeto, Cittanova, e le strette dei fiumi, come quelle dello Stilàro e del Novito che scorrono in mezzo a verticali pareti di calcare nei pochissimi e brevi luoghi nei quali il monte è formato di questa roccia. Maggiormente piaceranno questi luoghi quando non se ne disgiunga la memoria dell'antica e gloriosa civiltà della Magna Grecia, e quando si pensi alla storia successiva.

CAPITOLO II.

Bibliografia e cenni storici.

ELENCO BIBLIOGRAFICO

N. B. A risparmio di spazio, tutte le citazioni degli autori ricordati nella presente bibliografia verranno fatte coll' indicare semplicemente la data delle pubblicazioni: chiunque il voglia potrà così verificare facilmente il titolo di queste.

1400. A. degli Alessandri, *Dies geniales.*

1571. Barrio, *De antiquitate et situ Calabriae.* Romae.

1586. S. Mazzarella, *Descrizione del Regno di Napoli.*

1638. G. C. Recupito, *De novo in universa Calabria Terraemotu, congeminatus nuncius.* Napoli.

1670. A. Scilla, *La vana speculazione disingannata dal senso.* Napoli, Colicchia.

1691. M. Bonito, *Terra tremante.* Napoli.

1759. A. Scilla, *De corporibus marinis lapidescentibus quae defossa reperiuntur, addita dissertatione Fabi Columnae de glossopetris.* Romae.

1773. Ph. Bonanni, *Museum Kircherianum. Rerum naturalium historia.* Pars prima. Romae.

1783. F. Ippolito, *Account of the Earthquake whichhappened in Calabria.* March 28,1783 (Philosophical Transactions of the Royal Society, Vol. LXXIII, pag. 209). London.

— M. Augusti, *Dei terremoti di Messina e di Calabria del febbraio* 1873. Bologna.

— A. Da Leone, *Giornale e notizie de' tremuoti accaduti l'anno* 1783 *nella provincia di Catanzaro,* Napoli.

— O De Colaci, *Dialoghi intorno ai tremuoti in Calabria di quest'anno* 1783. Napoli.

— *Description du tremblement de terre de Messine et de la Calabre en février* 1783 (Voy. pitt. de Sicile, Vol. III).

— P. Galani, *Lettera al Sig. G. Vairo sui terremoti di Calabria dell'anno* 1783. Napoli.

— F. Gusta, *Stato felice ed infelice della Calabria e di Messina prima e dopo i terremoti del* 1783. Firenze.

— *Historische und geographische Beschreibung von Messina und Kalabrien ; und meteorologische Beobachtungen ueber das Erdbeben.* Strassbourg.

— V. Morra, *Descrizione dei tremuoti di Messina e Calabria dei* 19 *febbraio* 1783.

— W. Hamilton, *An Account of the Earthquakes which happened in Italy from February to May* 1873 (Phil. Trans. of the R. Soc. Vol. LXXIII, pag. 169). London.

— G. Vivenzio, *Istoria e teoria de' tremuoti in generale ed in particolare di quelli della Calabria del* 1783. Napoli.

— W. Hamilton, *Relazione sull'ultimo terremoto delle Calabrie e della Sicilia,* tradotta dall'inglese, ed illustrata con prefazione ed annotazioni da G. Sella. Firenze, Della Rovere.

1784. Savarese, *Rapporto d'un viaggio mineralogico delle Calabrie.* Napoli.

— W. Hamilton, *Nachrichten in welchen seine selbstangestellten physische Beobachtungen ueber das Erdbeben in Calabrien und Sicilien mittgetheilt werden.* Strassbourg.

— M. Sarconi, *Osservazioni fatte nelle Calabrie e nelle frontiere del Valdemone sui fenomeni dei terremoti e sulla geografia fisica.* Napoli.

— N. Zupo, *Riflessioni su le cagioni fisiche dei terremoti accaduti nelle Calabrie l'anno* 1783. Napoli.

1783-85. D. De Dolomieu, *Mémoires sur le tremblement de terre de Calabre pendant* 1783. Roma 1784. Napoli 1785.

1783-85 F. A. Grimaldi, *Descrizione dei tremuoti accaduti nella Calabria nel* 1783. Napoli.

— *Istoria dei fenomeni del tremuoto avvenuto nelle Calabrie e nel Valdemone nell'anno* 1783, *posta in luce dalla R. Accademia delle scienze e delle belle lettere*. Napoli.

— Pignataro, *Sui terremoti di Calabria*.

1785. G. Candida, *Lettera a Vincenzo Petagna*.

— Dolomieu, *Dissertation on the Calabrian Earthquake* (Pinkerton's Voyages and Travels, Vol. V).

— E. Serrao, *De' tremuoti e della nuova Filadelfia in Calabria*. Napoli.

— J. G. von Mitrowsky, *Beschreibung einiger besondere Zufälle die sich bei dem Erdbeben des Jahrs* 1783 *in Calabrien ereignet haben* (Abhandlungen d. Bach. Gesell. d. Wiss. Jahrg. 1785).

1788. Fasano, *Saggio geografico fisico sulla Calabria ulteriore* (Atti della reale Accademia delle scienze e belle lettere, p. 251). Napoli.

1793. Giustiniani, *Dizionario ragionato del Regno*. Napoli.

1795. Alfano, *Descrizione del Regno di Napoli*. Napoli. V'è una seconda edizione del 1823.

1806. F. de Bellevue, *Des effets géologiques du tremblement de terre de la Calabre en* 1783 (Journal de Physique, Vol. LXII). Paris.

1809. G. Melograni, *Manuale geologico*. Napoli.

1818. G. Melograni, *Miniera di grafite di Olivadi nella provincia di Calabria ulteriore* (Atti del r. Istituto d'incoraggiamento alle scienze naturali, Vol. II). Napoli.

1820. G. B. Brocchi, *Osservazioni geologiche sui contorni di Reggio in Calabria e sulla sponda opposta della Sicilia* (Biblioteca italiana, T. XIX, p. 69). Milano.

1823. G. Melograni, *Descrizione geologica e statistica dell' Aspromonte e sue adiacenze, con aggiunta di tre Memorie concernenti l'origine dei vulcani, la grafite di Olivadi e le saline delle Calabrie*. Napoli.

1830. Dizionario d'agricoltura. Napoli.

— G. Del Re, *Descrizione topografica, fisica, economica e politica del paese che, partito dall'Apennino e bagnato dal Tirreno, dall'Jonio e dall'Adriatico, discorre dal Tronto all'estrema meridionale costa delle Calabrie*. Napoli.

1832. Colosimo, *Sul terremoto della Calabria*. Napoli.

— L. Grimaldi, *Sui tremuoti in generale e specialmente su quelli della Calabria nel* 1832 (Società economica della Provincia di Calabria ultra II, 30 maggio 1832). Catanzaro.

— L. Mazza, *Riflessioni filosofiche su' frequenti tremuoti nelle Calabrie* (Soc. ec. Prov. Cal. ultra II, 30 maggio 1832). Catanzaro.

— A. M. Zuccaro, *Istoria dei tremuoti degli* 8 *marzo e seguenti di detto anno* (Soc. ec. Prov. Cal. ultra II, 30 maggio 1832). Catanzaro.

1833. C. Lyell, *Principles of geology*. London, Ed. III e seg.

1834. L. Grimaldi, *Sull' industria agricola e manifatturiera* (Progresso, quaderno XVI).

— I. Regnault, *Effets du tremblement de terre de Calabre en* 1783 (Mag. pittor.).

1835. Bianchini, *Discorso sulle ferriere* (Progresso, quaderno XVII).

— L. Pilla, *Passage d'une lettre adressée au président de la Société* (Bulletin de la Société géologique, T. VII). Paris.

1836. L. Pilla, *Lettre au président M. Cordier* (Bulletin Soc. géol. de France, T. VIII, pag. 198). Paris.

1837. L. Pilla, *Catalogo di una collezione di rocce della Calabria disposte secondo l'ordine della loro posizione relativa* (Annali del Regno delle due Sicilie, Fasc. XXV, p. 52). Napoli.

— Landi, *Memoria sulla ferriera di Mongiana* (Antologia militare, Anno II, n. 3, p. 75).

1838. M. L. R., *Risposta alle riflessioni economiche sul ferro*.

— L. Pilla, *Tertiaere Gebirge in Calabrien* (Leonh. und Bronn Neues Jahrb. f. Min. Geogn. Geol. und Petrefak.). Stuttgart.

— De Renzi, *Guida medica pel Regno di Napoli*. Napoli.

1839. O. G. Costa, *Descrizione di alcune specie nuove di testacei freschi e fossili del Regno delle due Sicilie* (Atti della r. Accademia delle scienze, Vol. IV, p. 176). Napoli.

— L. Grimaldi, *Riflessioni economiche sul ferro* (Progresso, quaderno XLVIII).

1840. A. Philippi, *Geognostiche Skizze Calabriens* (Neues Jahrbuch, p. 435).
— L. Pilla e P. Savi, *Due spaccati geologici degli Apennini* (Atti della prima riunione degli scienziati italiani tenuta in Pisa nell'ottobre del 1839, p. 90). Pisa.
— A. Paillette, *Notes sur quelques phénomènes relatifs aux terrains de transport* (Bull. Soc. géol. de France, T. XIII, p. 231). Paris.
— L. Pilla, *Studi di geologia ovvero conoscenze elementari della scienza della terra*. Napoli.
— L. Pagano, *Delle acque minerali della Calabria* (Il Filiatre Sebezio, An. X, Vol. XIX). Napoli.
1841. A. Costa, *Ragguaglio de' lavori accademici degli aspiranti naturalisti compiuti dal* 31 *maggio* 1840 *a* 10 *gennaio* 1841 (Il Filiatre Sebezio, An. XI, Vol. XXI, p. 117). Napoli,
— G. A. Pasquale, *Notizia geologica sulla Calabria* (Annali dell'Accademia degli Aspiranti naturalisti). Napoli.
— A. Philippi, *Ueber zwei neue Fossilkorallen Gattungen aus Calabrien* (Neues Jahrb. f. Min. Geol. und Pal. Bd. VI). Stuttgart.
— L. Pilla, *Conoscenze di mineralogia necessarie per lo studio di geologia*. Napoli.
1841-42. *Delle acque minerali del Regno di Napoli* (Ann. civ. R. delle Due Sic. Vol. XXV, XXVI). Napoli.
1842. P. De Tchihatcheff, *Coup d'oeil sur la géologie des provinces méridionales du R. de Naples*. Berlin.
— V. Colosimo, *Intorno alle acque minerali della Calabria* (Atti Acc. Cosent. Vol. II). Cosenza.
— A. Paillette, *Études historiques et géologiques sur les gîtes métallifères des Calabres et du Nord de la Sicile* (Annales des mines, Sér. IV, T. II). Paris.
— Dufrenoy, *Rapport sur un Mémoire de M. A. Paillette ayant pour titre « Études historiques* etc. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, T. XIV, p. 323). Paris.
— A. Philippi e A. Scacchi, *Notizie geologiche e conchiologiche* (Rendiconto della r. Acc. sc.) Napoli.
1843. L. Grimaldi (Il Calabrese, Anno I, n. 5, 6).
— C. Tarantino e L. Pilla, *Delle ricerche fatte in diversi tempi per trovar miniere nel Regno* (Ann. civ. del R. d. Due Sic., Vol. XXXI, Fasc. LXI, p. 131). Napoli.
— Novi, *Ragionamento sulla nuova fonderia.*
— L. Pilla, *Spaccato dell'Apennino napoletano diretto nel senso del meridiano della penisola* (Atti della quarta riunione degli scienziati italiani tenuta in Padova nel settembre del 1842, p. 395). Padova.
1836-44. R. A. Philippi, *Enumeratio molluscorum Siciliae*, Vol. II.
1844. P. La Cava, *Sulla giacitura e sulle forme del ferro solforato della provincia di Reggio* (Annali dell'Accademia degli aspiranti naturalisti, Vol. II, p. 227). Napoli.
— G. A. Ruffa (Atti del r. Ist. d' inc.). Napoli.
1845. L. Grimaldi, *Studi statistici sull' industria agricola e manifatturiera della Calabria ultra* II. *fatti per incarico della Società Economica.* Napoli.
— A. Philippi, *Comparative remarks on the recent and fossil mollusca of the south of Italy and more particularly of Sicily* (Edimburgh new philosophical Journal. T. XLVIII, p. 202 Edinburgh.
— L. Pilla, *Intorno alla separazione della Calabria meridionale dalla settentrionale nel periodo terziario subapennino* (Annuario greografico italiano, Anno I).
— L. De Buch. *Osservazioni sopra la carta geologica della Sicilia di Federico Hoffmann* (Atti della sesta riunione degli scienziati italiani tenuta in Milano). Milano.
1846. A. Philippi, *Remarks on the molluscous animals of south Italy in reference to the geographical extension of the mollusca and to the mollusca of the tertiary period* (Quarterly journal of the geological Society, T. I, p. 95). London.
— L. Pilla, *Saggio comparativo dei terreni che compongono il suolo d' Italia presentato al Congresso scientifico di Milano* (Annali delle Università toscane, T. I, parte 2ª). Pisa.
— O. G. Costa, *Estratto dalla paleontologia del Regno di Napoli* (Atti della settima riunione degli scienziati italiani tenuta in Napoli, p. 826). Napoli.
— G. P. di Collegno, *Carta geologica d'Italia.*

1850. A. Paillette, *Observations au mémoire de M. Hogard sur les nappes et cônes d'éboulement et sur les lits de déjection des torrents* (Bull. Soc. géol. de France, S. II, T. VII, p. 203). Paris.

1847-51. L. Pilla, *Trattato di geologia*. Pisa, Vannucchi.

1851. O. G. Costa, *Fauna del Regno di Napoli. Animali molli*. Classe V, Brachiopodi. Napoli.

— A. Philippi, *Ueber Clypeaster altus, C. turritus und C. Scillae* (Palaeontographica, W. Dunker und Herr. V. Meyer).

1853. O. G. Costa, *Cenni sulle scoperte paleontologiche nel Regno di Napoli* (Rendiconto dell'Accademia Pontaniana). Napoli.

1854. C. Montagna, *Primo rendiconto della Commissione incaricata di esplorare il bacino carbonifero di Gerace* (Ann. civ. del R. delle Due Sicilie, Vol. L). Napoli.

1850-56. O. G. Costa, *Paleontologia del Regno di Napoli*. Napoli.

1857. O. G. Costa, *Foraminiferi fossili delle marne terziarie di Messina* (Memorie della r. Accademia delle scienze, Vol. II, p. 127, 367). Napoli.

— C. Montagna, *Giacitura e condizioni del terreno carbonifero di Agnana e dintorni*. Napoli.

1858. O. G Costa, *Cenno intorno alle scoperte paleontologiche fatte nel Regno*. Napoli.

— O. G. Costa, *Catalogo delle miniere delle provincie napolitane*. Napoli.

— Greco, *Degli scrittori dei terremoti*. Cosenza.

— Meissonnier, *Observations sur la constitution géologique de la Calabre, et sur les couches fossilifères qui s'y trouvent* (Comptes rendus de l'Ac. des sciences, Vol. XLVI, p. 1090). Paris.

1859. O. G. Costa, *Cenni intorno alle scoperte paleontologiche fatte nel Regno durante gli anni* 1856-58. Napoli.

1860. G. Seguenza, *Du genre Verticordia Searles Wood* (Journal de Conchyliologie, Tome IV). Paris.

— G. Seguenza, *Descrizione dei foraminiferi monotalamici delle marne mioceniche del distretto di Messina*. Messina.

1861-63. E. Capocci, *Catalogo de' tremuoti avvenuti nella parte continentale del Regno delle Due Sicilie posti in raffronto con le eruzioni vulcaniche ed altri fenomeni cosmici, tellurici e meteorici* (Atti del r. Istituto d'incoraggiamento alle scienze naturali, T. IX, X). Napoli.

1863. G. A. Pasquale, *Relazione sullo stato fisico economico agrario della prima Calabria ulteriore* (Atti r. Ist. d'inc. alle sc. natur. T. XI). Napoli.

— O. G. Costa, *Rapporto sulle miniere esistenti nelle provincie meridionali del Regno italico* (Atti r. Ist. d'inc. T. X). Napoli.

— O. G. Costa, *Descrizione di alcuni fossili dell' isola Pianosa presso quella dell' Elba* (Atti r. Ist. d' incor. T. XI). Napoli.

— B. Gastaldi, *Antracoterio di Agnana, Balenottera di Cà lunga presso S. Damiano e Mastodonte di Mongrosso* (Atti della Società italiana di scienze naturali, Vol. V). Milano.

— I. Gwyn Jeffreys, *British conchology*.

— C. Montagna (Rivista nazionale di diritto amministrativo, di economia politica e di statistica, Fasc. VIII, IX, X).

— C. Montagna, *Sulle anomalie delle formazioni apenniniche*. Torino.

1864. C. Montagna, *Generazione della terra metodicamente esposta con nuovi principî di geologia*. Torino.

— O. G. Costa, *Memoria da servire alla formazione della carta geologica delle provincie Napolitane* (Atti Ist. incor. Sc. con. e nat.). Napoli.

— O. G. Costa, *Iconografia analitica delle zone di sedimento primitivo degli Apennini napolitani* (Atti Ist. incor. Sc. econ. e nat.). Napoli.

1865. *Rapporto intorno alle acque minerali delle province napolitane* (Atti r. Ist. inc. S. 2, Vol. II, p. 145). Napoli.

1866. C. Montagna, *Intorno all'esistenza di resti organizzati nelle rocce dette azoiche ed alla doppia origine del granito*. Torino, Loescher.

— O. G. Costa, *Sopra i foraminiferi fossili di Messina e della Calabria estrema* (Rendiconto della r. Accademia delle scienze fisiche e matematiche, Vol. V, p. 366). Napoli.

— G. Seguenza, *Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria*

con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale (Memorie della Società italiana di scienze naturali, Tom. II). Milano.

1866. Coquand, (Bulletin de la Soc. géol. de France, Séance 9 avril).

1867. C. Montagna, *De la houille dans le royaume d' Italie.* Paris, Turin.

— O. G. Costa, *Degli ololiti in generale* (Atti r. Acc. sc. fis. e mat. Vol. III). Napoli.

— O. G. Costa, *Monografia degli Echinociami viventi e fossili delle provincie napolitane* (Atti Acc. sc. fis. e mat. Vol. III). Napoli.

— G. Seguenza, *Sul cretaceo medio dell' Italia meridionale* (Atti Soc. it. sc. nat. Vol. X, p. 225). Milano.

1868. G. Seguenza, *Una passeggiata a Reggio di Calabria* (Annali dell' istruzione, p. 17).

— G. Seguenza, *La formation zancléenne on recherches sur une nouvelle formation tertiaire.* Bulletin de la Société géologique de France S. 2.e T. XXV). Paris.

— C. Tarantino, *Cenno fisico geologico della media Calabria e brevi notizie agronomiche e statistiche della Sila e bacini circostanti.* Catanzaro.

1869. G. Seguenza, *Intorno la posizione stratigrafica del* Clypeaster altus Lk. (Atti Soc. it. sc. nat. Vol. XII, p. 657). Milano.

— G. Seguenza, *Da Reggio a Terreti* (Nuove effemeridi siciliane, Vol. I, disp. IV).

— *Riunione straordinaria della Società italiana di scienze naturali in Catania.* Seduta 23 agosto (Atti Soc. it. sc. nat. Vol. XII, p. 458).

— A. Manzoni, *Bryozoi fossili italiani. Terza contribuzione* (Akadem. d. Wissenschaften, Band LX). Wien.

— C. Montagna, *Nouvelle théorie du métamorphisme des roches fondée sur les phénomènes de fossilisation des animaux et des plantes de toutes les âges géologiques.* Naples.

— G. Seguenza, *Sull'antica distribuzione geografica di talune specie viventi* (Bullettino malacologico italiano, Anno III). Pisa.

— G. Seguenza, *Dei Brachiopodi viventi e terziarî pubblicati dal prof. O. G. Costa* (Bull. mal. it. Anno III). Pisa.

— T. Davidson, *On italian tertiary brachiopoda* (Geological magazine, Vol. VII).

— A. C. Onorati, *Sul terremoto di Messina e di Calabria dei* 5 e 7 *febbraio* 1783 (Opuscoli geografici).

1871. G. vom Rath, *Ein Ausflug nach Calabrien.* Bonn.

1872. O Silvestri, *Monografia delle Nodosarie* (Atti dell'Accademia Gioenia di scienze naturali, S. 3a, T. VII). Catania.

— G. Nicolucci, *L'età della pietra nelle provincie napolitane* (Rendiconti della r. Acc. sc. fis. e mat. T. XI, p. 49). Napoli.

— E. Suess, *Ueber den Bau des italienischen Halbinsel.* (Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXV). Wien. Tradotta nel Bollettino del r. Comitato geologico d' Italia, Vol. III, p. 73). Firenze.

— T. Fuchs, *Geologische Studien in der Tertiaerbildungen Suditaliens* (Sitzungsberichte d k. k. Akad. d. Wiss. Bd. 66). Wien.

— P. Gervais, *Coup d'oeil sur les mammifères de l' Italie* (Bull. Soc. géol. de France, S. 2.e T. XXX, p. 92). Paris.

1871-73. G. Seguenza, *Studî paleontologici sui Brachiopodi terziarî dell' Italia meridionale* (Bull. mal. it. Vol. IV). Pisa.

1873. G. Seguenza, *Brevissimi cenni intorno la serie terziaria della provincia di Messina* (Boll. r. Com. geol. Vol. IV). Firenze.

— G. Seguenza, *La formazione cristallina presso Gallico, provincia di Reggio* (La Scienza contemporanea, anno I, fasc. IX, X). Reggio.

— G. Seguenza, *Una visita geologica a Brancaleone di Calabria* (La Scienza contemporanea, anno I, fasc. VI).

— G. von Rath, *Geognostich-geographische Bemerkungen über Calabrien* (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Jahrg. 1873, p. 150). Berlin.

1874. G. Jervis, *I tesori sotterranei d' Italia. Parte 2.a Regione dell'Appennino e vulcani attivi e spenti dipendenti.* Torino.

1874. E. Suess, *Die Erdbeben des südlichen Italien* (K. k. Ak. d. Wissensch). Wien.

— T. Fuchs, *Relazione di un viaggio geologico in Italia* (Verhandlungen der k. k. geologische Reichsanstalt). Wien.

— G. Seguenza, *Sulla relazione di un viaggio geologico in Italia del d. T. Fuchs* (Boll. r. Com. geol. Vol. V, p. 294). Roma.

— G. vom Rath, *Memorie geognostiche-geografiche sulle Calabrie. Note di viaggio* (Atti Acc. Cosentina, Vol. XII). Cosenza.

1875. T. Fuchs, *Sulla relazione di un viaggio geologico in Italia.* I. (Boll. r. Com. geol. Vol. VI, p. 46). Roma.

— G. Seguenza, *Sulla relazione di un viaggio geologico in Italia di T. Fuchs* (Boll. r. Com. geol. Vol. VI, p. 89). Roma.

— T. Fuchs, *Sulla relazione di un viaggio geologico in Italia.* II. (Boll. r. Com. geol. Vol. VI, p. 237). Roma.

— G. Seguenza, *Sulla relazione di un viaggio geologico in Italia di T. Fuchs.* Terza Nota (Boll. r. Com. geol. Vol. VI, p. 356). Roma.

— P. Zezi, *I caolini e le argille refrattarie in Italia* (Boll. r. Com. geol. Vol. VI, p. 299). Roma.

— A. Manzoni, *I briozoi del Pliocene antico di Castrocaro.* Bologna, Gamberini-Parmeggiani.

— G. Seguenza, *Ricerche paleontologiche intorno ai Cirripedi terziarî della provincia di Messina* (Atti Acc. Pont. di Napoli).

1875-76. G. Seguenza, *Studî paleontologici sulla fauna malacologica dei sedimenti pliocenici depositatisi a grandi profondità. Cefalopoda. Pteropoda* (Bollettino della Società malacologica italiana, Vol. I, II). Pisa.

1876. G. Jervis, *Guida alle acque minerali d' Italia. Provincie meridionali.* Torino.

— V. Rambotti, *Osservazioni geognostiche sui dintorni di Catanzaro* (Boll. r. Com. geol. Vol. VII, p. 388). Roma.

— T. Fuchs, *Risposta alla Nota del prof. Seguenza* (Boll. r. Com. geol. Vol. VII, p. 149). Roma.

— G. Seguenza, *Risposta alla Nota del sig. T. Fuchs* (Boll. r. Com. geol. Vol. VII, p. 237). Roma.

— G. Seguenza, *Cenni intorno alle Verticordie fossili del Pliocene italiano* (Rendiconto della reale Accademia delle scienze fis. e mat.). Napoli.

— G. Capellini, *Lettre à M. Van Beneden* (Bulletin de l'Académie royale de Belgique). Bruxelles.

— C. Montagna, *Esistenza di resti di tessuti organici vegetali nel granito e in altre rocce cristalline: con osservazioni di* L. Bombicci (Rendiconto delle Sessioni dell' Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, 1875-76, p. 127). Bologna.

— G. Capellini, *Cetacei fossili dell' Italia meridionale* (Rend. Acc. p. 130). Bologna.

1873-77. G. Seguenza, *Studî stratigrafici sulla formazione pliocenica dell' Italia meridionale* (Boll. r. Com. geol. Vol. IV, VIII). Roma.

1877. G. Seguenza, *Nuculidi terziarie rinvenute nelle provincie meridionali d' Italia* (Memorie della r. Accademia dei Lincei, S. 3ª, Vol. I, p. 1173). Roma.

— G. Seguenza, *Brevissimi cenni intorno le formazioni terziarie della provincia di Reggio Calabria.* Messina, Bevacqua Salìce.

— F. Coaz, *Ein Besuch in Calabria ulteriore.* I. (Mittheilungen der naturforschenden Ges. in Bern.).

— P. Mantovani, *Ligniti nella provincia di Reggio Calabria* (Boll. r. Com. geol. Vol. VIII, p. 376). Roma.

— A. Manzoni, *Bryozoaires du pliocène supérieur de l' Ile de Rhodes* (Paléontologie des terrains tertiaires de l' Ile de Rhodes. Mémoires de la Soc. géol. de France, S. 3ᵉ, T. I). Paris.

— P. Mantovani, *Stazione dell' età della pietra presso Reggio di Calabria* (Bull. pal. it. Vol. III, p. 177). Parma.

— A. W. Waters, *Remarks on the recent geology of Italy suggested by a short visit to Sicily, Calabria and Ischia* (Transactions of the Manchester geological Society). Manchester.

— B. Lo Faro, *Sui boschi* (Annuario 1875-76 del r. Liceo Ginnasiale Campanella). Reggio Calabria.

— T. Fischer, *Beiträge zur physischen Geographie der Mittelmeerländer besonders Sicilien.* Leipzig.

1877. V. Rambotti, *La formazione granitica lungo la ferrovia tra la marina di Catanzaro e quella di Soverato* (Boll. r. Com. geol. Vol. VIII, p. 64). Roma.

— V. Rambotti, *Cenni sulla costruzione geologica delle località attraversate dalla ferrovia dell'Jonio nella provincia di Catanzaro.* Mss. presso il prof. J. Pignatari a Monteleone.

— G. Capellini, *Balenottere fossili e Pachyacanthus dell' Italia meridionale* (Atti r. Accademia Lincei, S. 3ª, Vol. I, p. 611). Roma.

— F. J. Pignatari, *Prime linee geologiche del Monteleonese* (Cronaca annuale del Liceo di Monteleone).

— V. Rambotti (Bollettino di paleoetnologia italiana, anno 2°, p. 222). Parma.

— G. Arcangeli, *Resoconto delle escursioni fatte nella provincia di Reggio e nelle parti più meridionali della provincia di Catanzaro* (Società toscana di scienze naturali. Processi verbali 1 luglio, p. II). Pisa.

— S. De Luca, *Ricerche chimiche sopra talune acque esistenti presso il Comune di Cardinale in provincia di Catanzaro, Calabria ulteriore 2ª.* (Rendiconto della r. Acc. sc. fis. e mat. Anno XVI, p. 230). Napoli.

1878. D. Lovisato, *Di alcune azze, scalpelli, martelli, e ciottoli dell'epoca della pietra trovati nella provincia di Catanzaro* (Atti della Società adriatica di scienze naturali, Vol. I). Trieste.

— D. Lovisato, *Strumenti litici e brevi cenni geologici sulle provincie di Catanzaro e di Cosenza* (Atti r. Accademia de'Lincei, S. 3ª, Vol. II, p. 770). Roma.

— G. Capellini, *Della pietra leccese e di alcuni suoi fossili* (Memoria dell'Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna, S. 3ª, T. IX). Bologna.

— P. Mantovani, *Notizie paletnologiche di Calabria Ultra.* I.(Bull. di palet. it. Vol. IV, n. 3 e 4). Parma.

— P. Mantovani, *Alcune osservazioni sui terreni terziarii dei dintorni di Reggio Calabria* (Boll. r. Com. geol. Vol. IX, p. 444). Roma.

— G. Ruggero, *Oggetti preistorici Calabresi del Catanzarese e del Cosentino* (Atti r. Acc. Lincei S. 3ª, Vol. II, p. 457). Roma.

— C. De Stefani, *Sulle argille galestrine* (Soc. tosc. sc. nat. Proc. verb. 10 novembre, p. XXXX). Pisa.

— G. Meneghini, *Nuove osservazioni sui crinoidi terziarî* (Soc. tosc. sc. nat. Proc. verb. 7 luglio, p. XXXI). Pisa.

— A. W. Waters, *Bryozoa (Polyzoa) from the Pliocene of Bruccoli* (Manchester geological Society, 28 May). Manchester.

1878-79. D. Lovisato, *Cenni geologici e geognostici sulla Calabria settentrionale* (Boll. r. Com. geol. Vol. IX, X). Roma.

1879. D. Lovisato, *Sulle Chinzigiti della Calabria* (Atti Acc. Lincei, S. 3ª, Vol. III, p. 221). Roma.

— P. Mantovani, *La questione delle argille scagliose* (Boll. r. Com. geol. Vol. X, p. 76). Roma.

— G. Nicolucci, *Strumenti in pietra delle Provincie calabresi* (Atti r. Accad. sc. fis. e mat.) Napoli.

— A. Spinola, *Gita a Squillace.* Catanzaro.

— D. Lovisato, *Nuovi oggetti litici della Calabria.* (Atti r. Accademia de' Lincei. S. 3ª, Vol. III, p. 329). Roma.

— S. De Bosniaski, *Sui pesci fossili terziarî delle marine di Cutrò (Calabria ulteriore 2ª) e Reggio (Calabria ulteriore 1ª).* (Atti Soc. tosc. sc. nat. Proc. verb. 9 marzo, p. LXXXII). Pisa.

— A. D'Achiardi, *Sabbia granitifera di Pizzo di Calabria* (Atti Soc. tosc. sc. nat. Proc. verb. 9 marzo, p. LXIX). Pisa.

— A. D'Achiardi e A. Funaro, *Su di alcune particolarità di certi feldispati della Calabria e loro analisi chimica* (Atti Soc. tosc. sc. nat. Proc. verb. 11 maggio, p. XCIV). Pisa.

— A. W. Waters, *On the Bryozoa (Polyzoa) of the Bay of Naples* (Annals and Magazine of natural History. S. 5, Vol. III). London.

1880. L. Burgerstein und F. Noë, *Geologische Beobachtungen im südlichen Calabrien* (Sitz, d k. Akad. d. Wissensch. I Abth. Bd. LXXXI). Wien.

— D. Pantanelli e C. de Stefani, *Radiolarie del tripoli di S. Barbara in Calabria* (Proc. verb. Soc. tosc. sc. nat.). Pisa.

1880. G. Seguenza, *Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria)* (Atti R. Acc. dei Lincei, S. 3ª, Vol. VI) Roma (¹).

1882. G. Seguenza, *Studî geologici e paleontologici sul cretaceo medio dell' Italia meridionale* (Atti R. Acc. dei Lincei, S. 3ª, Vol. XII). Roma.

CENNI STORICI

È segno di rispetto e debito di gratitudine ricordare quelli che scrissero prima di noi, e che noi avviarono nelle vie della scienza. Gli studî degli antichi sono cagione delle cognizioni odierne, e nello stesso tempo l'osservazione degli errori e dell'imperfetta scienza di coloro che ci precedettero serve ad abbassare la nostra vanità, ed a persuadere chi non lo credesse che pure la scienza dei nostri tempi è soggetta ad altrettanti errori e ad altrettanta imperfezione.

Il ricordo del passato produce speranza nell'avvenire: ed in tanto turbinìo di lavori i quali gli uni agli altri si succedono come i bagliori di un uragano, la memoria dei vecchi sola ci può dare illusione che gli studî nostri saranno ricordati dai posteri.

Questa idea, come fece parer brevi a chi scrisse, così non faccia parer lunghi a chi legge i cenni seguenti intorno alla geologia ed alla paleontologia della Calabria meridionale.

§ 1. *Studî più antichi specialmente intorno ai fossili* (1400-1709).

I primi che si occuparono dei terreni delle Calabrie furono quegli eruditi, i quali tra i secoli XV e XVIII, descrissero e figurarono parecchie specie di conchiglie ed altri resti racchiusi ne' monti di quella regione, per mostrare che si trattava di spoglie d'animali abbandonati dal diluvio universale o dal mare, ovvero, secondo altri, di figure prodotte da spontanea vegetazione della terra. Alcuni di quei lavori hanno tuttora importanza per noi, attesa la precisione colla quale sono fatti i disegni, ma la maggiore importanza loro è certo dal punto di vista storico. Unicamente infatti a quegli scrittori e alle discussioni avvenute fra di loro noi dobbiamo la definizione del problema più fondamentale della scienza geologica, cioè dell'antichissima esistenza ne' mari di quegli esseri dei quali oggi vediamo seppellite nei monti le semplici spoglie.

Fin dal 1400 A. Degli Alessandri citava le conchiglie di Calabria e teneva per fermo che il mare avesse sommerso i monti di quella regione: egli era incerto se ciò dovesse attribuirsi a qualche violenta commozione oppure a cambiamenti avvenuti nell'asse di rotazione della terra, per modo che nel passato l'oceano coprisse altre regioni del globo.

(¹) Questo lavoro, sebbene porti nel frontespizio la data del 1880, fu pubblicato tardi nel 1881, non fu perciò a mia conoscenza quando inviai all'Accademia dei Lincei il presente studio; le idee però che vi sono esposte in esteso m'erano già note perchè pubblicate in sunto dal Seguenza stesso nel 1877 nei suoi *Brevissimi cenni intorno le formazioni terziarie della provincia di Reggio Calabria.* Il lettore il quale non trovasse cenno di alcuna delle pochissime memorie pubblicate in questi ultimi quattro anni voglia ricordare che il presente mio lavoro porta la data del 1880.

Il pittore Scilla (1670-1759) « scopriva un monte ben considerevole di chiocciole (*Cassidaria thirrena* Lck., *Chenopus pespelicani* L., *Isocardia cor* L., *Turbo rugosus* L., *Natica millepunctata* Lck., ecc.) poche miglia sopra la città di Reggio nella via che conduce ad una terra per nome Musorrima » (1670 p. 15), vale a dire il ricco deposito fossilifero, quaternario, delle Carrubbare presso Reggio e figurava ottimamente varie conchiglie di quel luogo (Tav. XV e XVI), e di Varapodio (Tav. XVIII), la cui presenza egli attribuiva al diluvio noetico. Taluni echini di Calabria venivano accennati e figurati anche dal Bonanni (1773) che ricordava pure in generale alcuni minerali di là.

All' infuori delle conchiglie fossili, nel secolo XVI troviamo ricordati, con grandi inesattezze e con iscambi continui, dei minerali del territorio di Reggio, di Soriano e di altri luoghi, in un'opera di S. Mazzarella (1586). Con altrettante inesattezze scrisse più tardi il Candida (1785) della grafite di Olivadi che, fra le altre cose, ritenne fosse molibdeno.

§ 2. *Studî fatti a proposito dei terremoti.*

La prima spinta ad uno studio veramente scientifico delle Calabrie fu data pur troppo dai terribili terremoti del 1783. Il governo e la reale Accademia delle scienze e belle lettere di Napoli incaricarono varî scienziati di percorrere e di studiare i territorî devastati: parecchi illustri forestieri vennero nello stesso tempo a visitarli. I risultati di quelle ricerche vennero pubblicati in quel tempo in un Rapporto della reale Accademia (1784), e negli scritti dell'Ippolito relativi all' istmo di Catanzaro, del Vivenzio, medico del re di Napoli, che cita pure alcune miniere e discute sulle cause di terremoti, del Pignataro, del Grimaldi che fece dei terremoti una descrizione molto accurata, di Hamilton (1783), di Dolomieu (1784), dell' Augusti, del Colaci, di von Mitrowsky e di altri. Cotali scritti hanno la massima importanza per coloro che, consultandoli, vogliono acquistare idea degli effetti di una tra le più forti e meglio conosciute perturbazioni del suolo avvenute ne' tempi storici. Le conseguenze di que' terremoti sono del resto palesi ancora in gran parte al giorno d'oggi e chi le studia impara a conoscere praticamente uno de' più importanti capitoli della geologia.

Moltissimi scrittori più recenti, per es. il Lyell nelle varie edizioni dei suoi *Principles of Geology*, ed altri, hanno ripetuto le descrizioni e riprodotto le figure pubblicate dagli autori sopra citati.

Nel parlare dei terremoti, il Dolomieu, il Vivenzio, il Sarconi ed altri diedero parecchi cenni geologici, e specialmente litologici, di quella regione circostante alla Piana devastata dai terremoti, la quale, per la difficoltà delle strade e a volte anche per la poca sicurezza, non fu visitata più tardi da altri geologi e non fu più illustrata da alcuno, quando si eccettuino due piccoli lavori del Philippi e del Pignataro.

Il Vivenzio in quella circostanza scoprì e descrisse la miniera di lignite di Conidoni nel Capo Vaticano di cui riparlò poco dopo il Savarese (1784), e di cui si può veder pure una più estesa descrizione nel *Dizionario d'Agricoltura* pubblicato a Napoli nel 1830.

Il Fasano, che dopo i terremoti avea visitato la Calabria ulteriore per incarico della reale Accademia delle scienze, pubblicò un *Saggio geografico-fisico* di quella regione (1788) che è il primo lavoro importante sulla geologia della medesima, e che avuto riguardo ai tempi, e prescindendo da molti succcessivi lavori paleontologici e litologici, è, coll'operetta del Tchihatcheff, uno degli studî migliori e più comprensivi che abbiano finora veduto la luce sulla Calabria meridionale.

Egli parla delle rocce, di molti fossili, e delle miniere che si trovano in quel territorio, e descrive le apparenze orografiche de' monti e delle spiagge, aggiungendo alcune idee teoretiche le quali in parte sono completamente d'accordo con le opinioni, se non di tutti, almeno di molti competenti geologi de' giorni nostri. Il Fasano afferma con ragione che la provincia è « un fondo inesausto di ammirazione per qualunque mineralista » (p. 251). Descrivendo molto bene la Piana dice « ha questa valle la forma di un bacino ellittico, e sopra tutto guardata da luogo eminente potrebbe credersi di antichissimo vulcano » (p. 254). Anche il golfo di S. Eufemia fu, secondo lui, anticamente un cratere. Ed a supporre l'esistenza di antichi vulcani in quei luoghi lo confortavano le pomici che ei diceva frequenti nella Piana e che infatti vi si trovano nel quaternario e ne' terreni più recenti, ed i segni di lava che pur trovava nella Piana e che diceva d'aver visto in pezzi « non però in posto » vicino a Reggio e nella marina di Brancaleone (p. 270). Di quest'ultima supposizione dell'esistenza della lava non gli faccio grande carico, perchè in realtà si trovano molti micaschisti che possono avere apparenza di trachiti e che da altri, oltre che dal Fasano, furono presi per rocce vulcaniche.

Riguardando gli strati più esterni de' monti, egli dice che « un quarto dei materiali di quella regione è tutto adiettizio, ovvero posticcio e di una età di lunga mano posteriore alla formazione di quella catena; materiale che o il mare depositò posteriormente e vi lasciò poi ritirandosi, o vi buttò in occasione di gran rivoluzione » (p. 257). Dal banco dei coralli (*Heliastraea Raulini* Ed.) che egli vedeva in posto a mezzogiorno di Monteleone, riconosceva che « non furono questi là certamente dalla rivoluzione delle onde trasportati, nè potevano ivi nascere e vegetare, se non avessero l'onde quei luoghi a lunga e quieta permanenza occupati » (p. 258). Da cotali fatti e anche dalla disposizione dei fori delle litodome deduceva che le acque dovettero abbandonare quei luoghi « non per repentini abbassamenti, ma troppo lentamente e per corso di secoli » (p. 259).

Con ottimi argomenti, più ragionevoli di quelli citati da parecchi dopo di lui, ritiene che non vi fosse mai unione fra la Calabria e la Sicilia, e che lo Stretto fosse una valle « formata fin dai primi tempi sotto le onde » (p. 266).

Dalla conformazione scoscesa e concava del litorale occidentale della Calabria deduce che questo « ha sofferto violenti tagli e troncamenti dopo formatosi il Tirreno » (p. 268, 269). Secondo lui « la faccia del lido da Rasocolmo al Peloro mostra benanche violenti troncature e squarciature simili a quelle del Lido da Scilla a Palmi. Per lo che dobbiamo dire che anche da quello ne fu troncata porzione che in quel mare si estendeva. Sicchè tutto quel golfo, molto dopo formato il Tirreno, era occupato dal continente, che poi da catastrofe, o terremotica o vulcanica, ne fu troncata quella porzione e inabissata, concorrendo il mare ad occuparne la sede »

(p. 270). Dal vedere come in tempi a noi vicinissimi il Suess abbia, a proposito delle Calabrie, manifestata la medesima opinione, che, secondo il suo modo di vedere, sarebbe ferace delle più importanti conseguenze per la geologia dinamica, e dal sapere che da sè non visitò quei luoghi, si sarebbe portati a credere che egli nel Fasano stesso abbia trovato fondamento a quelle sue ipotesi.

Oltre al terremoto del 1783, anche i terremoti più antichi e quelli successivi meno gravi e meno estesi hanno avuto i loro storici; p. e. il Recupito (1638) che parlò de' terremoti che guastarono Reggio, Melito ed altri paesi nel 1638, il Bonito (1691) pe' terremoti del 1626, il Colosimo, il Grimaldi, il Mazza, il Zuccaro (1832), il Capocci che ha pubblicato un *Catalogo* molto utile a consultarsi *de' tremuoti avvenuti fino dai tempi più antichi nella parte continentale del Regno delle Due Sicilie, posti in raffronto con le eruzioni vulcaniche ed altri fenomeni cosmici, tellurici e meteorici* (1861-1863). *Degli scrittori dei tremuoti* si occupa pure il Greco (1855).

Dopo il Fasano scrisse di geologia il Melograni, prima a proposito della *Miniera di grafite di Olivadi* (1818-1823) di cui parlò, rendendo conto dei lavori fatti, poi in una *Descrizione geologica e statistica dell'Aspromonte e sue adiacenze* (1823), e nel *Manuale geologico* (1809) nel quale riporta pur tutte le osservazioni topografiche e litologiche che Ramondini e Savarese aveano fatto allorquando visitarono l'Aspromonte nel 1801 per incarico del governo. Savarese visitò il territorio compreso tra Reggio, Favazzina, i piani della Melia e di Aspromonte e la Madonna dei Polsi: Ramondini percorse le pendici da Villa S. Giovanni al Montalto, e le regioni meridionali da Reggio a Bova. Anche il Melograni avea visitato quelle regioni nel 1805 per istudî sulle foreste. Ecco la serie delle rocce calabresi secondo questo autore: granito (*gneiss*), *gneiss* (micaschisto), scistomica (Schisti damouritici e cloritici), scistargilla (schisto carbonioso); quest'ultima roccia è paragonata ai galestri eocenici dell'Apennino settentrionale ed è ritenuta d'epoca primordiale. I calcari di Stilo, Cànolo, etc. sono attribuiti al Secondario, ed i terreni pliocenici e miocenici sono citati come appartenenti ad epoche diverse non precisate.

Il Brocchi (1820) descrisse alcune rocce del litorale fra Scilla e Bova, ponendo nel *primitivo* tutte quelle più antiche compreso il calcare del M. Briga e Mancusi presso Bova, e nel *terziario* le sabbie da Melito al Pezzo e Cannitello, in cui per la prima volta citò varî briozoi e molluschi. Egli si dichiarò contrario all'ipotesi che un terremoto avesse staccato la Sicilia dalla Calabria.

§ 3. *Miniere di ferro e ferriere* (1835-1844).

Grave argomento a questioni geologiche e mineralogiche, ma specialmente economiche, lo diedero le miniere di ferro di Pazzano e le ferriere della Mongiana cui da poco tempo il governo aveva ordinato si mettesse mano. Disse poche parole sulle ferriere della media Calabria il Grimaldi (1834), ed un poco più ne parlò il Bianchini (1835). Il Landi discorse di alcune questioni tecniche ed amministrative (1837), delle quali con particolare riguardo alla Mongiana si occuparono pure altri scritti, cioè uno del Grimaldi suddetto (1839), ed uno che porta le iniziali M. L. R. (1838). Fra gli altri scrittori che hanno trattato argomenti tecnici ed amministrativi riguardanti le fonderie della Mongiana, citerò anche il Novi (1844).

§ 4. *Pubblicazioni geologiche di L. Pilla* (1835-1846).

Col 1835 cominciano le pubblicazioni geologiche relative alla Calabria del Pilla il quale con una morte gloriosa pose fine ad una vita troppo breve, ma che pur fu tutta consacrata alla scienza e che meglio non poteva essere spesa a vantaggio della geologia italiana. Le poche e brevi note del Pilla sulla Calabria furono le prime scritte con l'intendimento scientifico che si conviene ai tempi nostri, e sono importanti pei paragoni che l'autore, assai pratico della geologia italiana, fa qua e là con le altre parti della penisola. Il governo napoletano aveva incaricato il Pilla di visitare le Calabrie per istudiarne le ricchezze minerali, ed egli fece il suo viaggio nel 1835, esplorando la regione in ogni verso e riportandone una ricca collezione di rocce e di minerali che fino ai tempi nostri è rimasta l'unica di quella regione, e che ancora si ammira nel Museo della Università di Napoli.

Appena tornato dal suo viaggio, in una lettera indirizzata al Presidente della Società geologica di Francia (1835) che io cito, sebbene non accennata da altri, perchè mi sembra preziosa qualsiasi nota anco piccolissima de' valenti uomini, egli parla dell'arenaria con lignite (miocenica), che diceva allora carbonifera, di presso Gerace, ed afferma che fu sollevata per opera del granito il quale forma i prossimi monti.

Nell'anno successivo (1836) in un'altra lettera indirizzata al Presidente della medesima Società, il Pilla inseriva un taglio geologico da Tropea alla Punta di Stilo. In esso son distinti il *gneiss* (micaschisto) di Monteleone, il granito (*gneiss*) dei monti tra Soriano e Ferdinandea, lo schisto argilloso cristallino con diorite fogliettata di Pazzano, il calcare di transizione (eocenico) di Stilo, il *grès* infracretaceo (arenarie oligoceniche e tortoniane) di Stilo, la sabbia terziaria conchiglifera (pliocenica) di Monasterace, ed il conglomerato granitico conchigliare (Tortoniano) di Tropea. Egli soggiungeva che le rocce cristalline centrali si erano sollevate dopo il *grès* da lui detto infracretaceo e prima della sabbia terziaria, giacchè questa riposa in strati orizzontali sopra gli strati molto raddrizzati di quello. Queste medesime osservazioni ripeteva nel 1840 alla prima riunione degli scienziati italiani in Pisa, e ne traeva partito il Savi per alcuni suoi paragoni, non però esatti, con la geologia della Toscana.

Nel 1837 lo stesso autore pubblicava il *Catalogo* delle rocce da lui raccolte in Calabria nel quale per la prima volta si faceva una descrizione ragionata delle medesime. Egli distingueva — il *gneiss*, — le rocce subordinate allo gneiss, — il granito, — le roccie subordinate al granito, — la formazione degli schisti cristallini indipendenti (piano degli schisti carboniosi), — le rocce subordinate agli schisti cristallini, — la formazione di transizione (calcari eocenici) — la formazione carbonifera (oligocene), — la formazione terziaria (miocene e pliocene): nel 1838 ridava qualche piccolo cenno dei terreni terziarî.

Nel 1840 (*Stud. geol.*) e nel 1841 citava alcuni minerali e rocce della regione. Altre due piccole relazioni del medesimo viaggio in Calabria si trovano riportate negli *Annali civili* nel 1843. Nella prima il Pilla discorre di alcune rocce di S. Lorenzo, dei minerali di ferro e piombo di Roccaforte, Bova, Condofuri e delle

ligniti di Agnana presso Gerace; nella seconda, che fu scritta al Ministero degli affari interni il 12 novembre 1835, parla più a lungo delle ligniti di Agnana e di Antonimina.

Nel 1843 pubblica pure un taglio delle rocce di Mongiana, ed uno di Gerace dando cenni sommarî sulle rocce calabresi.

In una noticina del 1845 egli esprime la giusta opinione che durante il periodo subappennino la Calabria fosse un' isola com' è ora la Sicilia.

Nel 1846, in un *Saggio comparativo dei terreni che compongono il suolo d'Italia* cita di nuovo parecchie rocce e qualche fossile di Calabria, e paragona quelle con le rocce del restante d'Italia: attribuisce ora al terziario le ligniti di Agnana e degli altri luoghi consimili, e non sa se riunire al Giura od al Neocomiano i calcari (eocenici) di Staiti, Agnana etc. Egli afferma che, « ovunque si osserva il terreno subappennino in Italia si vede formare zone estese e non interrotte, le quali non mostrano aver sofferto notevoli spostamenti, ed oltre a ciò vedesi riempire le valli ed i seni dell'Appennino, come si può osservare in Calabria, ciò che mostra che la più gran parte dell'Appennino preesisteva al deposito terziario superiore » (p. 324). Pubblica un taglio (fig. 1) della collina di Valanidi presso Reggio, nel quale si vedono gli strati miocenici raddrizzati contro le rocce cristalline e sottostanti alle sabbie subappennine in posizione orizzontale; dai quali fatti riconferma che « i graniti di Calabria (i quali furono secondo lui cagione del sollevamento apenninico) furono indubbiamente sollevati in un periodo posteriore ai terreni miocenici ed anteriori ai subapennini » (p. 329).

Nel suo *Trattato di geologia* (1847-51) il Pilla ripete qua e là alcune notizie molto generali sui terreni della Calabria.

§ 5. *Pubblicazioni paleontologiche di O. G. Costa e di A. Philippi* (1839-1844).

Intanto col 1839 erano incominciati i lavori paleontologici relativi alla Calabria di Oronzio Gabriele Costa, i quali, dopo un certo intervallo, continuano fitti per parecchi anni. A questo autore che col Philippi fu il primo a studiare ordinatamente la paleontologia delle Calabrie, anzi del regno di Napoli, dobbiamo assai gratitudine, tanto più che egli cominciava i suoi lavori in circostanze molto più difficili di quelle odierne per la mancanza di libri opportuni e dei mezzi di studio, per la insufficenza delle raccolte e dei termini di paragone, per le scarse comunicazioni cogli scienziati forestieri, e perchè bisognava cominciar dal raccogliere quegli oggetti che doveano essere studiati. I lavori del Costa però sono come un grande magazzino dal quale conviene scegliere con sagacia: essi avrebbero avuto importanza assai maggiore se per lo più fossero stati condotti con minore precipitazione.

Nel 1839 egli cita alcune foraminifere di Calabria senza però precisare il luogo; nel 1846 descrive alcuni altri fossili del Monteleonese, e nel 1851 cita molti brachiopodi del Reggiano e del Monteleonese con nomi che furono in parte rettificati più tardi dal Seguenza (*Dei brach. vir.* etc. 1870). Moltissime notizie sui fossili calabresi son date via via nei *Cenni sulle scoperte paleontologiche nel regno di Napoli*: così nel 1853 paragona i fossili messinesi con quelli di Calabria, nel

1857 e 1858 parla delle sue gite paleontologiche nei monti di Reggio, nel 1859 cita parecchi nuovi brachiopodi calabresi.

Altrove nella *Paleontologia del regno di Napoli* (1850-56) cita e figura moltissime foraminifere, crostacei, ittioliti, serpule mioceniche ma specialmente plioceniche e quaternarie del Capo delle Armi, di Reggio, Cannitello, Villa S. Giovanni, Terreti, Passo del Gatto e Monteleone: nel 1863 cita per incidenza a Terreti una *Scalaria contracta* Broc. Nel 1866 presentò alla r. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli uno studio *Sopra i foraminiferi fossili di Messina e della Calabria estrema*, con descrizioni e figure che però la morte inesorabile gl' impedì di pubblicare, e di cui si ha appena un brevissimo cenno. Egli ebbe foraminifere mioceniche, plioceniche e postplioceniche dalla Valle dell'Amato, da Fallèconi, Piscopío, Monteleone, Passo del Gatto, Soriano, Pizzo, Briatico nella provincia di Catanzaro, e dalle colline di Reggio, da Botte, Cannitello, Carrubbare, Piano di Conduri, Terreti, Melia, Casoleto, Palizzi nella provincia di Reggio. Queste foraminifere egli le aveva già prima, nel 1857, paragonate con quelle plioceniche del Messinese, e sebbene i suoi paragoni, per gli studî successivi, dovrebbero essere molto cambiati, io li riporterò per non discorrerne più. Egli dice « l'*Orbulina universa* sì abbondante a Messina è appena rappresentata da qualche individuo a Reggio: per l'opposto le marne reggitane ridondano di *Biloculinae* che nelle messinesi non appariscono. Negli *Sticostegi* messinesi abbonda di numero e di specie il genere *Marginulina* che fra i reggitani non figura. Il genere *Lingulina* vien rappresentato in ambo i terreni ma con una diversa specie. Negli *Elicostegi* il genere *Cristellaria* ha una sola specie nel reggitano, nel messinese ne conta nove. Per compenso mancano nella marna messinese i generi *Nonionina* ed *Operculina* che nella reggiana sono rappresentati da tre specie il primo, e da una il secondo. L'ordine sesto non conta per Messina che rarissimi esemplari della *Quinqueloculina obvelata* Cos., mentre in Reggio ridondano quasi tutti i generi di specie e di esemplari ». È notevole, soggiunge che « le stesse specie che si trovano in Reggio ed in Messina si annunziano allo sguardo con tal diversa sembianza che si direbbero affatto diverse ».

Altro suo lavoro rimasto incompleto è quello *Degli Otoliti* (1867) nel quale sono semplicemente figurati, senza alcuna descrizione, degli otoliti provenienti dall'Amato, forse da terreni pliocenici (Atti r. Accademia di scienze fisiche e matematiche, tav. III, n. 11, fig. 1) e dalla marna probabilmente tortoniana dei dintorni di Reggio (tav. II, n. 5, fig. 1). Incompleta è rimasta pure la *Monografia degli Echinociami viventi e fossili delle provincie napolitane* (1867): egli dice d'avere raccolti parecchi Echinociami fossili nella valle dell'Amato, sotto Monteleone ed altrove, e fra le altre nuove specie, secondo la comune opinione non giuste, istituisce un *Echinocyamus complanatus* sp. n. (*E. minutus* L.) del postpliocene di Vena presso Monteleone. Brevissimi cenni geologici erano da lui pubblicati nel 1864.

Nel 1836 il Philippi, che per ragioni di salute era andato a passar qualche tempo in Sicilia, aveva cominciato a pubblicare il primo volume del suo lavoro sui molluschi viventi e fossili delle Due Sicilie, e nel 1844 pubblicava il secondo volume nel quale sono lunghe enumerazioni e descrizioni dei molluschi pliocenici e postpliocenici delle Carrubbare, di Monteleone, di Terreti, Nasiti, Bianco, Monterosso,

Pezzo, ed altri luoghi. Il suo lavoro è dei migliori che siano stati pubblicati sui molluschi viventi nel Mediterraneo, e, coi lavori del Seguenza, è de'migliori e de'più importanti per la paleontologia calabrese. Chi ne fa uso, come è necessario, giacchè sempre conviene ricorrere alle fonti prime, deve soltanto ricordare che gli studi fatti dal tempo del Philippi in poi hanno fatto cambiare alcune denominazioni delle specie. Allo stesso Philippi dobbiamo pur due lavori molto importanti e affatto dimenticati sui rapporti tra i molluschi fossili terziarî dell'Italia meridionale ed anche della Calabria ed i molluschi viventi (1845 e 1846) ed alcune descrizioni di coralli (1841) e di *Clypeaster* (1853). In un breve studio geologico (1840 e 1842) egli si attiene alle distinzioni fatte dal Melograni e riconosce le marne del subappennino sottostare alle sabbie.

§ 6. *Studî sulle miniere e sulle acque minerali.*

Nel 1840 è a notarsi un piccolo scritto dell'ing. Paillette nel quale si citano gl'interrimenti alluvionali che seppellirono alcune case di Bivongi; lo stesso fatto, unitamente al seppellimento delle antiche gallerie di scolo di alcune miniere lungo il torrente Vallanidi, è di nuovo citato qualche anno dopo (1850). Il Paillette era stato mandato con una commissione a studiare le miniere della Calabria e della Sicilia settentrionale per conto di una compagnia inglese che aveva ottenuta dal Governo napoletano la concessione di quelle miniere: nel 1842 egli pubblicò molte importanti notizie come risultato de' suoi studî sui giacimenti metalliferi. Egli aveva detto, fra le altre cose, che le miniere calabresi eran limitate a pochi minerali ed erano state poco note prima del 1720, alle quali asserzioni replicò il Grimaldi, da me già citato altrove (1843), mostrando che le miniere di ferro di Pazzano ed altre erano state coltivate da antichissimo tempo.

E per rammentare ancora quelli che si sono occupati dei minerali accennerò la relazione *Delle ricerche fatte in diversi tempi per trovar miniere nel regno*, pubblicata negli *Annali civili del regno delle Due Sicilie* (1843) nella quale, per quanto riguarda le Calabrie, sono due rapporti già citati del Pilla, e due rapporti del prof. Tarantino (amico e valido aiuto di quanti naturalisti sono passati da molti anni a questa parte per Catanzaro) sulla lignite di Squillace e sur un'altra lignite del territorio di Curinga.

Pasquale La Cava scrisse *Sulla giacitura e sulle forme del ferro solforato della provincia di Reggio* (1844): una lignite dei dintorni d'Anoja l'indica il Costa (1841).

G. Ruffa, diede alcuni cenni sull'argilla smettica del territorio di Briatico (1844).

Il Grimaldi più volte ricordato pubblicò una statistica delle rocce e dei minerali utili, e delle acque saline della provincia di Catanzaro (1845), ed aggiunse importantissime notizie sulle miniere e sulle fonderie del ferro. Alcune notizie sulla medesima materia le dette varî anni dopo G. A. Pasquale per la provincia di Reggio (1863). Questi indicò pur varie cose molto utili a sapersi intorno all'orografia, all'idrografia, e specialmente all'agricoltura di cui era suo còmpito principale occuparsi. Più accurate notizie sulle ligniti del Capo Vaticano le diede il Meissonnier (1858).

Un *Catalogo delle miniere delle provincie napolitane* (1858) ed un *Rapporto sulle medesime miniere* (1863) furon pubblicati dal già citato O. G. Costa, con alcune importanti notizie sui minerali delle Calabrie e sui loro scavi.

Le notizie date da questi autori, con altre riguardanti le acque minerali, sono ripetute dal Jervis nella parte seconda della sua opera, *I tesori sotterranei d'Italia* (1874). Cenni brevissimi dei caolini di Pedavòli ce li dà lo Zezi (1875), e delle ligniti di presso Mélito parla il Mantovani (1877) che ne pubblica pure un'analisi fatta dal prof. Moschini nell'Istituto tecnico di Reggio. Finalmente il Lovisato nel lavoro *Sulle chinzigiti della Calabria* (1879), come in altri antecedenti e susseguenti, indica la Sillimanite e qualche altro minerale del Monteleonese; e il D'Achiardi parla dei granati che si trovano sciolti sulla spiaggia del Pizzo dove li raccolse l'Arcangeli (1879) e di alcuni feldspati portati da me dal Capo Spartivento e da Arasi; del feldspato di questa ultima località pubblica un'analisi chimica fatta dal dott. Funaro (1879).

Pelle acque minerali in particolare si trovano dette varie cose, oltre che in taluno degli autori citati, in uno scritto del Pagano (1840), in uno del Colosimo, in un altro *Delle acque minerali del regno di Napoli* (1841-42), in un *Rapporto intorno alle acque minerali delle provincie napolitane* (1865), ed in uno scritto del Jervis (1876). Delle citazioni se ne trovano anche negli autori più antichi, nel Barrio (1571), nel Giustiniani (1793), nell'Alfano (1795), nel De Renzi (1838).

Ricorderò pure le analisi delle acque potabili del territorio di Cardinale nella provincia di Catanzaro fatte dal De Luca nel 1877.

§ 7. *Studî geologici dal* 1842 *ai giorni nostri.*

Il *Coup d'oeil sur la géologie des provinces méridionales du R. de Naples*, con una carta geologica, che il Tchihatcheff pubblicò nel 1842, sebbene non speciale alle Calabrie, è anche per questa regione, in ordine di tempo, il lavoro più comprensivo pubblicato dopo quello del Fasano. Pella carta delle pendici tirrene da Reggio a Catanzaro giovarono al Tchihatcheff gli studî, allora inediti, del Philippi. L'autore descrive l'aspetto litologico di molte rocce e varî minerali, oltre al citare alcuni fossili specialmente terziarî. Si diffonde sulla miniera di ferro di Pazzano della quale dice che i lavori erano fatti con assai poco criterio, e sulle ligniti di Agnana delle quali dà pure uno spaccato e nel cui scavo, affidato allora ad una compagnia inglese, riponeva poche speranze. Nè trascura la descrizione di altri giacimenti metalliferi specialmente della parte più meridionale del Reggiano. A proposito della geografia di quelle regioni dice che « se il geologo ha tutto da creare, non avendo quasi punti antecessori, il geografo ha tutto da rifare, tanto è difettosa l'opera de' suoi predecessori » (p. 39). I micaschisti ed i *gneiss*, compreso il granito che il Pilla avea ritenuto eruttivo, son posti dal Tchihatcheff tra le rocce primitive. I calcari (eocenici) di Bova, d'accordo col Pilla, li attribuisce al Giura, e li riconosce identici (giustamente almeno in parte) ai calcari del Gargano: ai medesimi aggiunge le rocce (cretacee) di Brancaleone, i calcari (eocenici) di Stilo, e l'arenaria calcarea (tortoniana) del Colle (cioè Capo) delle Armi. Le arenarie più antiche con ligniti (oligoceniche) di Agnana e di altri luoghi, che allora si ritenevano ancora carbonifere, e le argille galestrine (miocene medio) sono riunite

all'*Oxford Clay* nella sezione superiore del Giura: però le argille dei dintorni di Stilo dice che potrebbero appartenere all'oolite inferiore perchè, erroneamente, gli parvero sottostanti al calcare. Attribuisce poi al terziario i terreni oggi riconosciuti come miocenici superiori, pliocenici e postpliocenici, soggiungendo però che « vi son molti fossili il cui studio farebbe distinguere varî piani secondarî » (p. 116). Finalmente si dichiara partigiano piuttosto della originale divisione che di una separazione violenta fra la Sicilia e la Calabria, ma poi con molta ragionevolezza conclude che; « le teoriche le quali possono avere per oggetto cotale questione non potrebbero posare sopra altre basi che sopra considerazioni puramente geologiche; le numerose notizie cercate negli antichi storici, geografi e poeti sono talmente vaghe e si riferiscono d'altronde tutte a delle voci, a delle tradizioni, per modo che non possono avere alcun valore scientifico » (p. 271).

Anche il Von Buch più tardi (1845) al Congresso degli scienziati tenuto in Milano nel 1844 faceva notare che « le masse granitiche della Sicilia si osservano dirette da NE a SO e la stessa direzione osservasi in quelle delle Calabrie; ma queste masse non sono tra loro allineate, per cui, concludeva che all'atto del sollevamento esistesse già una spaccatura ch' è quella che costituisce lo stretto di Messina, dal che ne verrebbe che la Sicilia non sia mai stata unita alla Calabria, come generalmente si crede ».

Nel 1854 il capitano Montagna con una commissione di cui facevan parte anche G. Rota ed E. Cerulli, era stato incaricato dal governo di studiare la conca carbonifera di Agnana, ed egli, come relatore, stendeva un *Primo rendiconto* al quale è aggiunta una carta geologica del paese tra Ciminà e Siderno sufficientemente accurata quanto alla delimitazione dei terreni. Questo e quasi tutti i successivi lavori del Montagna sono accompagnati da numerose tavole di fossili, che quantunque non sempre ben disegnati, pur sono sovente riconoscibili. Le tavole e le descrizioni paleontologiche e geologiche avrebbero avuto ben altra importanza se gli scritti del Montagna relativi alle Calabrie non fossero stati fatti sempre coll'idea di provare l'età *carbonifera* delle ligniti *mioceniche* di Agnana, per la qual cosa è spostata anche la cronologia di quasi tutti gli altri terreni, e salvo rare eccezioni son molto inesattamente determinati tutti i fossili. Le rocce più antiche sono attribuite al Cambriano, il calcare (eocenico) del M. Mutolo al devoniano o al Carbonifero: nel Carbonifero son posti, come dicevo, gli strati di lignite di Agnana e dei luoghi adiacenti e sono figurati alcuni pezzi di legno come *Lepidodendron*, un *Potamides margaritaceum* Broc., come *Murchisonia granulata* sp. n. I galestri sovrastanti (miocene medio) son riguardati « come la parte superiore del Carbonifero », perchè l'A. vi cita un *Lepidodendron* e ne figura alcune concrezioni limonitiche ed alcune impronte che sono la così detta *Zosterites pelagica* Mgh. o *Gleichenophycos italicus* Mass. Nella formazione oolitica è messo il tortoniano di Gerace e Siderno; nell'Osfordiano, secondo il Tchihatcheff, e scambiandolo coi galestri miocenici, è messo il galestro (Senoniano) di Ciminà di cui figura un *Cidaris*; e finalmente, con esattezza eccezionale, è per la prima volta attribuito al Cenomaniano o Aptiano l'importantissimo terreno marnoso dei dintorni di Ciminà, del quale figura e determina giustamente un *Ammonites rothomagensis*.

Nel 1857 lo stesso autore figura una *Nerinea* del calcare (eocenico), *Limneae*, *Planorbis*, denti di *Anthracoterium* e pretesi *Lepidodendron* di Agnana, il cui terreno, riconosciuto miocenico da un pezzo dal Pilla, è nel 1863 paragonato per la prima volta alle ligniti di Cadibona dal Gastaldi che appunto si fondava sui denti di *Anthracoterium magnum* veduti pure da lui unitamente ad alcuni resti di *Tryonix*. Ciò non impedisce il Montagna di seguitare a ritener molto più antiche le ligniti di Agnana, in uno scritto pubblicato nello stesso anno 1863 nel quale si diffonde intorno alle loro qualità fisiche e industriali, ed in altri scritti successivi.

Nel 1864 nel suo trattato di geologia pubblicato col nome di *Generazione della terra* egli accenna varie notizie utili sulla geologia antica e recente della Calabria meridionale e studia la serie de' suoi terreni figurando moltissimi fossili più o meno importanti di tutti i piani, alcuni dei quali già figurati anteriormente, e mantenendo in parte le sue prime idee. I *gneiss* e gli schisti cristallini più antichi sono attribuiti all'epoca azoica. Gli schisti setacei (micaschisti damouritici e schisti carboniosi) di Staiti, Agnana, Cànolo, Pazzano sono ritenuti come probabilmente siluriani. Pelle ligniti di Agnana sostiene la compagnia degli *Anthracoterium* terziarî con piante di epoca carbonifera e dice che appartengono al piano inferiore del periodo giurese. A questo proposito è necessario che io ricordi come tra le piante di Agnana figurate dal Montagna si trovi realmente un *Lepidodendron* carbonifero, ma certo per iscambio, giacchè l'ing. Rota il quale molto tempo lavorò e si occupò di quelle ligniti, mi disse che quella impronta carbonifera fu data al Montagna dall'ing. inglese Beck cui era affittata la miniera di Agnana e che a lui era pervenuta dai terreni carboniferi d'Inghilterra. Le marne sabbiose di Siderno, Gerace, le ligniti di Conidoni, e le rocce d'altri luoghi son messe nel terziario; le arene e le ghiaie tra Siderno e Gerace nel quaternario. Fra gli altri fossili ne sono varî dei calcari di M. Mutolo e delle rocce cretacee di Platì, Ferruzzano, etc. Vi sono pure degli spaccati fra Antonimina e Ciminà e delle rocce di Agnana, oltre ad un prospetto dal S. Jejunio al M. Mutolo.

Nel 1866 scrivendo *Intorno all'esistenza di resti organizzati nelle rocce dette azoiche ed alla doppia origine del granito,* nel 1869 e nel 1876 egli descrive e figura *Sigillariae*, *Lepidodendron* e simili che gli parve vedere nel granito e nella steatite di Serra S. Bruno, cui replicò nel 1876 il Bombicci con dubbî sulla natura organica di quelle apparenze.

Nel 1867 da due nuovi tagli dei dintorni di Agnana, con nuove descrizioni e figure di pretese piante carbonifere, descrive accuratamente gli strati della miniera e le qualità della lignite, e cita pur nuovi fossili del piano Cenomaniano.

Fra i lavori puramente geologici ricorderò anche un Discorso del prof. Tarantino letto nell'Accademia di Catanzaro, che ha per oggetto un *Cenno fisico geologico della media Calabria* (1868).

Nel 1871 gli scienziati E. Suess, G. von Rath e Th. Fuchs fecero un viaggio nelle Calabrie, che dal Rath fu poi rinnovato nell'anno successivo, e pubblicarono parecchi risultati delle loro osservazioni.

Alcune notizie preliminari furon pubblicate dal Rath nelle lettere scritte durante il viaggio a sua moglie (1871). Vi sono aggiunti un disegno dei dintorni di

Gerace fatto dal Suess ed un taglio geologico degli stessi dintorni, tante volte studiati da parecchi autori, fatto dal Fuchs. Il calcare di Cànolo e M. Mùtolo è riconosciuto come verosimilmente eocenico, ed è annunciata la scoperta delle nummuliti fatta dal Suess nel calcare (eocenico) del M. Consolino presso Stilo. È pure determinata la natura litologica di alcune delle rocce cristalline.

Ma più importante per la geologia perchè esclusivamente scientifico, è il lavoro più esteso pubblicato nel 1873, insieme con una piccola carta geologica che è per la massima parte una riproduzione di quella del Tchihatcheff modellata alla sua volta sur una carta del Philippi: esso fu tradotto nel 1814 negli *Atti dell'Accademia di Cosenza*. Per la litologia della Calabria meridionale è questo il migliore studio comparso fino ad oggi. Ivi son descritti il *gneiss* granitoide di Stalletti, il *gneiss* tonalitico di Squillace, il granito (*gneiss*) della Costa del Barone (cioè del M. Comune) presso Gerace, la tonalite dei conglomerati (tortoniani) di Roccella e le rocce simili di parecchi altri luoghi specialmente dei conglomerati terziarî, e per lo più dietro l'osservazione degli esemplari già portati dal Pilla e depositati nel Museo di Napoli. Il calcare tufaceo di Stalletti, il conglomerato granitico di Gerace e di Stilo, i terreni della vallata di Monteleone, Sinopoli, Oppido da lui non visitati (tutti terreni tortoniani), son messi nel pliocene; le rocce damouritiche e carboniose di Condofuri, Roccaforte, Bova, sulla fede di alcuni pezzi di filoni feldspatici portati dal Pilla sono inesattamente determinate come *gneiss*. I galestri e le arenarie con ligniti di Agnana, insieme col Fuchs le ritiene giustamente mioceniche inferiori; ma inesattamente le crede sottostanti al calcare di Cànolo, che pur altrove, ed in questo stesso suo scritto, dubita sia eocenico, o cretaceo. Anche il calcare del M. Consolino presso Stilo, detto altrove eocenico a cagione delle nummuliti trovatevi, dubita possa appartenere alla Creta superiore.

Intanto il Suess in un lavoro preliminare *Sulla struttura della penisola italiana* (1872), che fu poi anche tradotto dal Meneghini nel Bollettino del r. Comitato geologico d'Italia, ricordava come nell'Apennino manchino le rocce sollevatrici che non si trovano neppure nelle Alpi; come lungo il Tirreno sieno disposti lembi di antiche rocce, che dice essere il resto di un asse montuoso sprofondato; e come l'asse dell'anticlinale della penisola italiana giaccia sotto il Tirreno. Diceva egli che di quei lembi fanno parte « 1° La massa dell'Aspromonte insieme alla Serra S. Bruno completa a oriente (?), interrotta nello stretto di Messina, che abbraccia i monti Peloritani, dapertutto demolita verso il mare Tirreno con frammenti avanzati ad occidente (?) nello scoglio di Scilla ed al Capo Vaticano. La linea di frattura è la linea principale dei terremoti di Calabria. 2° La massa della Sila con manto completo di schisti tutto all'intorno (?). 3° La massa di monte Cocuzzo parimenti interrotta verso occidente (?) cioè verso il mare Tirreno ».

Queste idee sono ripetute dal Suess in altro scritto successivo (1874) nel quale riassume alcune notizie dedotte dagli scritti già noti e dalle osservazioni pubblicate anche dal Rath intorno alla geologia delle Calabrie e termina con alcuni studî sull'andamento dei terremoti che hanno desolato le Calabrie, i quali studî sono la parte più notevole, assai degna di considerazione, del suo lavoro. Vi è aggiunto pure uno spaccato dal Tirreno all'Jonio a traverso ai monti di Gerace, nel quale, coerentemente

alle sue idee teoretiche, si vede in posto soltanto la metà orientale dell'anticlinale verso l'Ionio, che inesattamente presenta le sue testate contro il Tirreno.

Più tardi il Rath oppugnò la sua supposizione di uno sprofondamento dell'anticlinale verso il Tirreno, citando con ragione, fra gli altri fatti, anche la presenza dei terreni terziarî della Piana addossati alle rocce cristalline, fra queste ed il Tirreno stesso.

Niuno potrà negare certamente l'importanza delle parole del Suess; per riconoscerla basta por mente all'influsso che esse esercitano ora in talune scuole e nelle teoriche di molti geologi. Quando meritamente si è acquistata quell'autorità di cui gode il Suess, il nome del proponitore di una ipotesi tien luogo sovente dei fatti che dovrebbero corroborarla, e questa viene accettata, almeno per un certo tempo, senza che si ponga mente se sia fondata o meno. Il rispetto appunto che io, come gli altri, debbo all'illustre geologo, m'impone però di constatare come per concludere a teoriche di sì grande importanza quali sono quelle accennate ne' sopradetti suoi scritti, egli sia partito, tanto per le Calabrie, quanto per le altre regioni d'Italia che sono pur tra i fondamenti principali alle teoriche medesime, da antiche opinioni altrui accettate troppo sollecitamente oppure da visite sue fugacissime. Devesi pur ricordare come egli, a quello scopo, abbia parlato di regioni della Calabria ed abbia presentato quel taglio teoretico che sopra ricordavo di un tratto di paese che non avea visitato personalmente e di cui poche o punte notizie geologiche si potevano ripescare negli scritti altrui.

Nello stesso anno 1872, Th. Fuchs che era venuto per istudiare le formazioni terziarie dell'Italia meridionale pubblicava una Nota appunto sopra quelle formazioni dei dintorni di Gerace, con uno spaccato geologico e con buone liste di fossili. Ecco secondo lui la serie dei terreni intorno a Gerace: in basso i galestri da lui detti marne gessifere, attribuiti al miocene, poi il conglomerato granitico (Tortoniano) messo nel pliocene colle sovrastanti marne a foraminifere, colle più recenti sabbie gialle e col calcare a briozoi. Nel miocene egli mette anche il calcare detto concrezionato, che più tardi (1874) diceva somigliante a quello miocenico di Rosignano in Toscana. A queste osservazioni replicava il Seguenza, di cui dovrò parlare a lungo (1874, *Sulla relazione* etc.), sostenendo che quel calcare concrezionato fa parte del pliocene, che il calcare a briozoi di Gerace non è la zona più recente del pliocene, che, siccome egli avea sempre ritenuto in addietro, nel pliocene sono due zone di marne a foraminifere, una sotto il calcare a briozoi e ad *Amphisteginae*, l'altra sopra, che a quest' ultima zona e non all'altra appartengono i fossili citati dal Fuchs nelle marne sotto Gerace. Egli aggiungeva pure altre notizie sui terreni de' dintorni. Ne sorgeva una lunga controversia col Fuchs che dava luogo a parecchie repliche e controrepliche (1874, 1875) d'ambedue le parti, nelle quali ognuno serbava il parere suo. Per ciò che riguarda gli strati di Gerace riporterò gli argomenti nel capo XIV nel quale pure si vedrà per quali ragioni io mi accosti al parere del Fuchs. Qui ricorderò che nella replica prima (1875, *Sulla relazione* etc. Bull. geol. p. 46), il Fuchs inclina a credere siano eoceniche come il vero *Flysch* le argille scagliose o galestrine da lui attribuite prima al miocene e parla di un rovesciamento nella parte inferiore della collina di Gerace di cui a me

non parve veder tracce. Il Seguenza alla sua volta (1875, *Sulla rel.* etc. Bull. geol. p. 89) crede le argille scagliose (miocene medio) in parte eocene superiore e medio in parte oligocene, e descrive i terreni secondo lui veramente miocenïci circostanti a Gerace. Il Fuchs (1875, *Sulla rel.* etc. Bull. geol. p. 237) constatava altresì che tra i varî strati del pliocene v'è concordanza perfetta e che egli avea riconosciuto doversi attribuire al pliocene e non al miocene il così detto piano Zancleano distinto dal Seguenza molti anni addietro; cui replicava il Seguenza (1875, *Sulla rel.* etc. Bull. geol. p. 356) che da molto tempo, com'è vero, egli stesso avea riunito il suo piano Zancleano al pliocene.

Tra i lavori geologici vanno ricordati quelli dell'ing. Rambotti, valente discepolo dello Stoppani, precocemente rapito agli amici ed a'compagni di studio. Nel 1876 egli citava parecchie rocce dei dintorni di Catanzaro, fra le quali i gessi di Marcellinara, i prossimi conglomerati pliocenici, le arenarie fossilifere (Tortoniano) della valle dell'Alì, ed il calcare come le argille con pesci del Grillone presso Stalletti (Tortoniano). L'anno di poi dava cenni ancora maggiori ed importanti notizie litologiche sulla *formazione granitica lungo la ferrovia tra la marina di Catanzaro e quella di Soverato* (1877); ed aggiungeva notizie d'un taglio di rocce attribuite al miocene superiore, giacenti sopra la galleria del Grillone. Il *gneiss*, secondo lui, conforme alle teoriche del maestro, è un'antica lava eruttata da vulcani. Dello stesso Rambotti ho potuto leggere e consultare un più lungo lavoro manoscritto fatto a quanto sembra nel 1877 per incarico della Direzione delle ferrovie calabro-sicule, e datomi dalla gentilezza del prof. Pignatari di Monteleone: io ho scrupolosamente citato qua e là questo manoscritto quando me ne sono valso. In esso il Rambotti dà alcune notizie tecniche utili a sapersi, poi descrive il terreno posterziario, quindi il pliocene di Soverato e Monasterace, di Caraffa, Borgia, etc. riportando liste di numerosi fossili determinati dal Capellini: al pliocene sono da lui attribuiti anche taluni conglomerati della valle dell'Ancinale e d'altrove (tortoniani), distingue poi il miocene superiore nel quale pone il piano de'gessi, il miocene medio (Tortoniano), il miocene inferiore cui attribuisce il calcare ad Orbitoidi di Stilo, i terreni interposti alle roccie terziarie ed alle cristalline, cioè i calcari del M. Stella e del Consolino presso Stilo, e la formazione cristallina della quale dà parecchie accurate descrizioni litologiche.

Poche parole sulle montagne circostanti alla Piana son dette dal Coaz (1877) e sulle montagne del Reggiano in generale da Lo Faro (1877, p. 66 e 72).

Th. Fischer, che fu compagno del Philippi, parla per incidenza delle circostanze topografiche dello stretto di Messina, e della separazione della Calabria dalla Sicilia (1877).

Più diffusamente il Pignatari scrive sulle *Prime linee geologiche del Monteleonese* (1877). Egli fa una descrizione topografica degli strati circostanti alla città di Monteleone, attenendosi per quanto riguarda la distinzione dei piani agli autori più antichi: discorre assai brevemente di alcuni minerali e porge notizie assai utili sul sollevamento odierno della spiaggia Monteleonese e del Capo Vaticano. Il Pignatari si è dato a roccogliere con passione i fossili e tutto ciò che può essere utile alla conoscenza della geologia del suo paese il quale è ancor vergine di simili studi:

larghissimo campo di osservazioni rimane aperto dunque alla buona volontà ed alla intelligenza.

Importanti osservazioni pure fece Paolo Mantovani il quale ha scritto *Alcune osservazioni sui terreni terziarî dei dintorni di Reggio* (1878). Egli parla degli strati postpliocenici, pliocenici e miocenici dei dintorni di Vito, delle Carrubare, di Ortì, della Ravagnese, di Gallina, di Terreti e d'altrove, riportando numerose liste di fossili. Egli discorre pure dei conglomerati miocenici, ed a proposito del pliocene non divide l'idea del Seguenza che cioè esista manifesta discordanza fra le zone del medesimo. Del Mantovani è pure una nota, nella quale, replicando ad alcune mie osservazioni generali intorno alle argille scagliose e galestrine (1878), afferma che le argille cretacee della Calabria sono litorali, non d'alto mare (1879), perchè contengono ostriche ed altre grandi bivalvi [1].

Poche notizie sulle chinzigiti o micaschisti granatiferi del circondario di Monteleone si debbono al Lovisato (1878-79, *Cenni geognostici* etc.). Questi si è occupato invece moltissimo della Calabria settentrionale, ed ha portato luce là dove eran prima la maggiore oscurità e la più grande incertezza, con quella attività e con quella passione le quali sono unico ambito premio a se stesse, perchè sole hanno il segreto di innalzare chi le possiede al di sopra di coloro che studiano ed operano macchinalmente.

Dei dintorni di Squillace dà finalmente qualche cenno A. Spinola (1879).

Un brevissimo resoconto delle sue escursioni fatte nelle Calabrie diede pure l'Arcangeli (1877); degli strati pliocenici di Prumo presso Reggio, e specialmente di quelli di Gerace diede cenno il Waters (1877). Nel 1879 visitarono questi medesimi luoghi Burgerstein e Noë, per incarico del Governo austro-ungarico sempre pronto ad aiutare i buoni studî anche fuori del paese suo. I citati autori hanno pubblicato una carta geologica (1880) in piccola scala compilata coll'aiuto degli studî antecedenti cui hanno aggiunto qualche notizia, e tre spaccati nella direzione dei luoghi da loro percorsi da Briàtico a Stilo, da Rizzìconi a Gerace, da Bagnara a s. Luca.

§ 8. *Studî paleontologici del Seguenza e di altri autori recenti.*

Mi resta ora a parlare delle pubblicazioni paleontologiche del Seguenza e di altri. Degli studî paleontologici del Costa e del Philippi che furono i primi nella Calabria ho già discorso, e si è visto che poche, quantunque diffuse in molti scritti, sono le notizie precise date dal primo, e che le ottime osservazioni del secondo sono limitate ai terreni quaternarî e pliocenici. Si può dire che la conoscenza dei fossili calabresi, e specialmente delle varie classi degl' invertebrati, è opera del Seguenza, il quale co' suoi studî ha dato altresì un solido fondamento scientifico alla distinzione cronologica dei varî terreni. Questo scienziato che da più di venti

[1] Nuove località fossilifere dei dintorni di Reggio, con elenchi di fossili, furono indicate dal Mantovani nel 1881 (*Brevi notizie geologiche e mineralogiche sulla Calabria meridionale.* Reggio nell'Emilia 1881).

anni è sulla breccia, abbandonato alle sole sue forze ed in mezzo alle maggiori difficoltà, ha da sè riempito quasi tutte le lacune in un paese come le Calabrie meridionali, nel quale tutto era da fare, e meritamente ha raggiunto uno de'primi gradi tra i paleontologi italiani. Per avere in Italia quella fama che già gode presso gli stranieri, egli ha di soverchio la modestia la quale del resto ai meriti dello scienziato aggiunge quelli della privata persona. Se in molte questioni geologiche, come risulterà dal seguito del mio libro, mi troverò in disaccordo con lui, ciò non vorrà mai dire che sian venuti meno in me quell'ammirazione e quella stima che per le opere sue gli debbo.

Egli nel 1866 nella *Descrizione dei foraminiferi monotalamici delle marne mioceniche del distretto di Messina* cita 22 specie raccolte nelle marne di Reggio. Di poi si occupa dei terreni appartenenti alla Creta superiore, dei quali il Meneghini avea fatto conoscere alcune ostriche raccolte in Sicilia, e che il Coquand (1866) avea riconosciuti identici litologicamente e paleontologicamente ai terreni Cenomaniani di Costantina nell'Algeria da lui studiati. Il Seguenza cita e figura da prima alcuni fossili dei dintorni di Brancaleone e di Bova raccolti dall'ing. Costantino e li attribuisce al Rotomagiano (*Sulle imp. rel.* 1866); ma poi visita quei luoghi, dà notizia di alcune nuove località, al di fuori di quelle che già erano state annunziate dal Montagna, da lui non citato, e pubblica un elenco diffuso dei fossili di Brancaleone e di Bova [1]. Il calcare brecciato (eocenico) è inesattamente considerato più antico di questo terreno riguardato ora da lui come Cenomaniano, ed è lasciato nel Giura (1867). Molti fossili quaternarî delle Carrubbare e pliocenici dei dintorni di Reggio, e notizie sui terreni che li rinchiudono si trovano indicati in *Una passeggiata a Reggio di Calabria* (1868). Altri fossili pliocenici della Testa del Prato sopra gli Archi presso Reggio sono indicati in altro scritto *Intorno la posizione stratigrafica del Clypeaster altus* Lck. (1869), da lui più tardi denominato *C. pliocenicus*, nel quale si propone dimostrare che quel *Clypeaster* si trova non solo nel miocene ma anche nei terreni pliocenici. Notizie su questi stessi luoghi si trovano in altro scritto *Da Reggio a Terreti* (1869). Nella riunione straordinaria della Società italiana di scienze naturali tenuta in Catania, nella seduta del 23 agosto (1869), egli parla di un *Elephas* vicino all'*E. armeniacus*, veduto anche dal Ponzi, trovato nel quaternario presso Reggio. Nel descrivere *Una visita geologica a Brancaleone* (1870) parla anche dei terreni eocenici di colà. A molte specie calabresi, plioceniche e quaternarie trovate recentemente fossili nei mari del Nord, accenna nel discorrere *Sull'antica distribuzione geografica di talune specie viventi* (1870). Più tardi egli descrive e figura molti *Brachiopodi terziarî* (1871-1873), accenna alla *formazione cristallina presso Gallico* (1873) e paragona le rocce eoceniche del Reggiano con quelle del Messinese (p. 237), attribuendo i calcari a briozoi dell'Amendolea e del Capo delle Armi (tortoniani) al miocene inferiore (*Breviss. cenni,* 1873). Negl'importanti *Studî paleontologici sulla fauna malacologica dei sedimenti pliocenici depositatisi a grandi profondità* (1875-1876) trae la conclusione, giustissima

[1] La completa descrizione con figure de'fossili cretacei di Calabria e Sicilia fu dal Seguenza pubblicata nel 1882, e ad essa rimanderò il lettore.

e di grande valore pegli studî geologici, che le faune plioceniche sono diverse secondo le profondità. Distingue anche per le Calabrie le quattro zone del pliocene da un pezzo proposte ne' suoi scritti, affermando che esse sono distinte anche da discordanze stratigrafiche. Le due zone più recenti da lui distinte equivalgono al pliocene recente di Lyell o postpliocene di molti autori, e per esse accetta il nome di piano Siciliano proposto dal Doderlein; alla zona inferiore del pliocene antico serba il nome, tempo addietro proposto dall'autore medesimo, di Zancleano. In un prospetto quelle varie zone del pliocene calabrese sono paragonate col pliocene della Sicilia e con quello del rimanente d'Italia: segue la descrizione di alcuni Pteropodi. Varî Cirripedi, Lepadidi sono ricordati nelle *Ricerche paleontologiche intorno ai Cirripedi terziari della provincia di Messina* (1860, 1876), come nei *Cenni intorno alle Verticordie fossili del pliocene italiano* (1876) sono ricordate le Verticordie, e le Nuculidi nelle *Nuculidi terziarie rinvenute nelle provincie meridionali d'Italia* (1877).

Altre importanti notizie sul Pliocene calabrese, con descrizione stratigrafica e con parecchi spaccati geologici si trovano negli *Studî stratigrafici sulla formazione pliocenica dell'Italia meridionale*, lavoro cui, per essere completo, manca la parte relativa al suo piano Zancleano (1873-1877). Ivi si trovano ripetute intorno alle varie zone del pliocene ed alle loro faune, le idee già note di cui ho fatto cenno più sopra: sono poi pubblicati lunghi ed accuratissimi elenchi de' Cirripedi e de' Molluschi dei varî piani, raccolti intorno a Reggio, a Bovetto, Villa S. Giovanni, Pezzo, Carrubbare, intorno a Monteleone, a Gerace, Santa Cristina, Monasterace, Siderno, e Bianco. Sono riportati anche l'elenco de' fossili di Gerace del Fuchs, e quelli del Philippi ridotti a moderna dizione.

Meritevoli di ogni studio per l'importanza geologica sono i *Brevissimi cenni intorno le formazioni terziarie della provincia di Reggio-Calabria* (1877), i quali mi servirono di utile guida. Essi sono il sunto di un lavoro più esteso che non ha ancora veduto la luce ([1]), e con modeste apparenze presentano le conclusioni di quanto è stato fatto dall' autore fino ad oggi sulla geologia della Calabria meridionale. Vi si trovano brevissimi cenni sulla disposizione degli strati, e lunghe serie di fossili per ogni piano. Il calcare (eocenico) di Cànolo è attribuito al Titonico: nel terziario vi si distinguono i piani Parigino, Bartoniano, Liguriano, Tongriano, Aquitaniano, Langhiano, Elveziano, Tortoniano, Messiniano, Zancleano, Astiano, Siciliano, Sahariano. Nel seguito dello scritto saranno discusse le differenze di opinione fra me ed il Seguenza intorno a questi varî piani.

Fra gli autori che parlarono di paleontologia debbonsi ricordare il Manzoni che in varî lavori ha descritto e figurato o semplicemente citato molti briozoi quaternarî delle Carrubbare, del Pezzo, di Cannitello (1869, 1875, 1877) e qualcheduno degli Archi; ed il Silvestri che descrisse e figurò parecchie *Nodosariae* dell'Amato, di Cannitello, della contrada Cantagallino presso Gerace, e di Reggio (1872) provenienti in parte dal pliocene e dal quaternario, ed in parte senza indicazione

([1]) Il lavoro completo, con data del 1880, uscì nel 1881; ad esso rimanderò per le lunghe ed accurate liste di fossili e pelle relative numerose figure. Del resto, come si vedrà, da quel lavoro non verranno per niente alterati i miei modi di vedere e le mie conclusioni esposte nel presente libro.

precisa. Il Meneghini (1878) indicò un crinoide simile ad un *Batycrinus* da me raccolto nel miocene inferiore dei Cappuccini presso Caulonia, il De Bosniaski (1879) alcuni pesci (tortoniani) del Capo delle Armi presso Reggio, il Waters (1878, 1879) alcuni altri briozoi di Cannitello e Parere presso Reggio: il Pantanelli ed io indicammo alcune radiolarie di S. Barbara (1880).

Il Capellini pure ha descritto alcuni resti (miocenici) di balenottere del Pizzo e di Briatico (1877), che Gervais (1872) avea incidentemente citati, e li ha attribuiti al pliocene, come pure dei resti riuniti al *Palaeodelphis minutus* Du Bus, e ad un *Brachyrhyncus*, provenienti dal miocene superiore del Reggiano (1878).

§ 9. *Osservazioni sulle traccie più antiche dell' industria umana.*

Per completare questi cenni e per dare notizia anche dei resti attribuiti all'uomo più antico rimetterò il lettore agli scritti del Nicolucci (1872, 1879) che accenna varî arnesi in pietra (sienite , diorite , afanite) raccolti nel circondario di Monteleone e altrove; a quelli del Lovisato (1878) (*Di alcune azze e strum. litici*, e 1879 *Nuovi ogg. litici*) che si riferiscono alla medesima regione e che parlano di armi formate da minerali e da rocce le quali non si troverebbero in posto colà e nemmeno nelle regioni circostanti. Di avanzi dell' età della pietra raccolti negli strati superiori dell'alluvione dietro Reggio ed in altri luoghi del Reggiano parla il Mantovani (1877, 1878).

Alcune accette di pietra e di bronzo di Cortale nel circondario di Nicastro furono descritte dal capitano Ruggero (1878), ed alcune pietre scheggiate con frammenti di stoviglie furono indicate dal Rambotti (1877) nella valle dell'Alessi presso Squillace.

§ 10. *Ragione della presente Memoria.*

Or converrà ch'io parli delle cagioni e del modo della escursione scientifica fatta per incarico di S. E. il Ministro dell'Istruzione pubblica M. Coppino, la quale ha dato luogo al presente lavoro.

L'onore che io ebbi di essero stato scelto a fare lo studio geologico della regione la quale doveva essere visitata è cagione in me di gratitudine vivissima per S. E. il Ministro Coppino il quale, con nuova generosità, fu largo del suo patrocinio e di ogni aiuto occorrente, e pel comm. Mantegazza, cooperatore sempre degli studî in ogni ramo delle scienze positive, al quale venne la prima idea della scientifica escursione ed il quale propose me fra quelli che doveano farne parte. La mia viva gratitudine perderebbe il suo pregio e parrebbe quasi manifestazione di obbligo cerimonioso, se fuori dall'animo mio troppo a lungo in pubblico la portassi, per cui mi tacerò su questo proposito.

Dirò adunque che di quella gita combinata fin dal 1876 dovevano far parte, il prof. G. Arcangeli incaricato di studiare la botanica, il prof. G. Cavanna per lo studio degl' invertebrati viventi, il dott. C. Forsyth Major pei vertebrati viventi e fossili, ed io per la geologia e la paleontologia degl'invertebrati. Scopo nostro era di visitare le montagne dell' Aspromonte dal mare fino all' Angitola ed all'Ancinale. I tre miei

colleghi si recarono colà nel maggio del 1877 accompagnati dal signor C. Caroti che la marchesa M. Paulucci mandava a raccogliere i molluschi continentali viventi. Essi vi rimasero circa due mesi, ed al ritorno recarono seco larga messe di raccolte, le quali si trovano ora nei musei dell'Istituto superiore di perfezionamento di Firenze eccettuate le collezioni malacologiche le quali sono per la massima parte presso la marchesa M. Paulucci. Parecchi lavori relativi agli studî fatti furono già pubblicati.

Io, trattenuto da alcune faccende, ritardai la mia gita, e partitomi di casa il 1° maggio dell'anno successivo, stetti nelle Calabrie 45 giorni. Per fare il lavoro meno incompleto dal punto di vista geologico dovetti subordinare, per quanto fu possibile, i confini de' miei studî ai confini naturali della regione, e per conseguenza li dovetti estendere da una parte fino allo Stretto di Catanzaro e dall'altra fino a tutto il Capo Vaticano. Nel brevissimo tempo della escursione era impossibile mi dilungassi in esami particolareggiati e minuziosi di ogni singola zona e di ogni luogo, per cui appena acquistata un'idea generale delle varie rocce, mi proposi di scorrere la massima parte della regione nel minor tempo possibile, serbandomi appena le ore necessarie per ordinare le collezioni e per colorire le carte nelle quali i confini de' terreni, come il solito, erano da me segnati sul posto: anche gli appunti che mi hanno servito per stendere il lavoro furono sempre presi per istrada. Il mio scopo lo ottenni in parte viaggiando qualche volta anche 14 ore in un giorno.

Una carta geologica della Calabria meridionale al 50 mila, in alcuni punti molto particolareggiata, nei più meritevole di grandi correzioni, è uno dei risultati di quella mia esplorazione. Le carte di viaggio sono presso di me: una copia in pulito fatta da me è nel Museo di geologia della r. Università di Pisa, un'altra copia ricavata da questa si trova presso il Comitato geologico del regno. La carta al 100 mila annessa al presente lavoro è una riduzione dell'originale.

Le rocce, i minerali, ed i fossili molto numerosi da me raccolti li ho donati al predetto Museo di geologia di Pisa, dove presentemente si trovano. Furono tutti raccolti da me, salvo i fossili tortoniani di Benestare che ebbi da un raccoglitore di Siderno: alcuni altri fossili dei dintorni di Monteleone che verrò accennando a suo luogo li ebbi dal chiarissimo prof. D. Pignatari, di Monteleone.

Al Pignatari debbo pure i più sinceri ringraziamenti pel modo cordiale col quale mi accolse, per le indicazioni che mi fornì, e per la generosità con cui mise a mia disposizione le raccolte sue fatte in una delle regioni più notevoli della Calabria.

Debbo ringraziare altresì per la gentile accoglienza, e pegli aiuti che mi prestarono, il prof. Paolo Mantovani di Reggio il quale alcune volte, troppo poche per me, mi fu compagno nelle escursioni intorno a Reggio, il sig. Rosario Tripodi e l'ing. G. Rota di Reggio, ed il prof. Domenico Lovisato a Catanzaro. Gli altri cortesi che trovai, e che tutti invano cercherei nominare, si abbiano pure i miei ringraziamenti.

Alcune sezioni microscopiche delle rocce e lo studio dei fossili furono fatte in massima parte nel Museo dell' Università di Pisa dove le collezioni furono depositate. A questo proposito debbo pubblicamente ringraziare il mio maestro G. Meneghini il quale mettendo a mia disposizione, com'egli è solito fare co' suoi discepoli,

la sua scienza e tutti i suoi libri, rese possibili i miei studî paleontologici. Nè debbo tralasciare il prof. D. Pantanelli, il quale con zelo e con intelligenza incomparabile volle prestare l'opera sua nelle sezioni microscopiche delle rocce fossilifere e coadiuvarmi nello studio degli esseri in queste contenuti (').

CAPITOLO III.

Gneiss.

§ 1. *Zone del gneis.*

Le rocce più antiche le quali costituiscono una buona parte delle Calabrie, e specialmente delle Calabrie meridionali di cui mi debbo occupare, sono i *gneiss* più o meno granitoidi.

La loro zona principale viene a giorno per un lungo tratto continuo da sud-ovest a nord-est, obliquamente alla direzione geografica della giogaia, e termina quasi in tronco sui due mari, cioè sul Tirreno fra il Pezzo e la vallata del Marro, sull'Jonio fra S. Caterina e la Punta di Stalletti. Partendosi a sud dal Pezzo e da Cannitello, essa forma, ad occidente del Montalto, tutti i lembi più ripidi che fra Cannitello e Palmi giungono direttamente al mare, tutto il margine interno meridionale della Piana, e tutte le scabrosissime pendici occidentali che scendono dagli altipiani di Gerace. Di qui essa s'interna e rimanendo per qualche tratto nel bel mezzo della giogaia, cinta da altre rocce cristalline più recenti, si dirige all'Jonio. Dalla parte del Tirreno essa non forma giammai le pendici più elevate del Montalto; dalla parte dell'Jonio ne sono costituite invece alcune delle eminenze maggiori, come il Monte Pecoraro (1420 m.) ed altri monti vicini. La lunghezza di questa zona principale, dalla batteria del Pezzo alla Punta di Stalletti, è di sopra 97 chilometri.

Un' altra non piccola zona gneissica indipendente da questa, dalla parte del Tirreno forma tutta l'ossatura del Capo Vaticano, e, salvo nella porzione orientale verso terra, comparisce lungo la spiaggia e ne' poggi sotto a terreni relativamente recentissimi. Gli scogli che scendono al mare sono formati quasi per l' intero dal *gneiss*, fuori che intorno a Briatico e dalla punta estrema del Capo Vaticano propriamente detto a Tropea.

Un simile lembo laterale indipendente, ma senza paragone più piccolo, comparisce verso l'Jonio in mezzo a terreni più recenti, dentro terra, e presso all' anticlinale principale. Esso forma due monti isolati da breve tratto di terreni terziari.

(') Come ebbi a dichiarare nel presentare il lavoro all'Accademia dei Lincei, non aggiunsi uno studio microlitologico sulle rocce ed una descrizione particolareggiata de'molluschi, giacchè il primo doveva essere affidato al prof. G. Grattarola ed il secondo al prof. C. D'Ancona. Alcune circostanze mi hanno impedito di figurare gli altri invertebrati descritti, e sovente di darne descrizioni più minute.

cioè il M. Comune (291 m.) presso Agnana, ed il S. Jejunio (636 m.) col Campanaro (530 m.) presso Gerace.

§ 2. *Disposizione degli strati.*

La direzione generale degli strati gneissici è quasi sempre da nord-ovest a sud-est, e ciò venne già riconosciuto dal primo accurato osservatore di queste regioni, dal Fasano (1788, p. 283), il quale appunto diceva: « quello che merita tutta l'attenzione riguardo all'interna ossatura della catena de' monti, si è la direzione degli strati dall'angolo di mezzogiorno all'angolo di settentrione, e da libeccio a greco ». E credeva spiegare ciò « per forza della sistematica circolazione di quel fluido che dai poli verso l'equatore si spinge ». Anche le inclinazioni stanno per solito in rapporto regolare con questa direzione, secondo che gli strati appartengono ad una o all'altra delle pendici dell'elissoide; ma errerebbe chi credesse dedurre la pendenza generale delle masse da osservazioni isolate e limitate, giacchè sono infiniti i ripiegamenti e le contorsioni degli strati, ora paralleli all'orizzonte, ora inclinati, ora verticali, e fin rovesciati dalla loro posizione primitiva.

Giova poi ricordare, come dicevo nel capitolo primo, che l'intera giogaia termina a sud e a nord con due ingrossamenti, cioè a nord colla Serra, a sud col Montalto, i quali sembrano avere un'origine tettonica, dovuta cioè al modo in cui avvenne il sollevamento. Ora, gli strati del *gneiss*, ma specialmente quelli di tutte le rocce più recenti che esaminerò ne' capitoli successivi, seguono nella direzione e nell'inclinazione l'andamento del nucleo di quelle cupole: questo spiega un poco fin d'ora quanto sarò per dire più particolarmente nell'avvenire sulla pendenza de' *gneiss* e delle rocce sovrapposte, e mi apre la strada a parlare della disposizione e del numero delle piegature e dei sollevamenti.

Nell'estremità meridionale della zona gneissica centrale e principale, da Cannitello a Scilla e Bagnara, gli strati pendono per lo più verso sud o sud-ovest, o sud-sud-ovest, salvo frequenti ma parziali inversioni, contorsioni, e raddrizzamenti fino a divenir verticali. Essi pendono ugualmente nella regione intermedia della stessa zona, sopra Santa Eufemia e Santa Cristina, fino agli altipiani sopra Gerace e a Cittanova, dove stanno debolmente ma palesemente sdraiati, colle testate rivolte all'Jonio, sopra rocce più recenti. Sopra Cittanova si cominciano a trovare degli strati che hanno una pendenza differente verso nord e seguitando poi nella medesima direzione degli altri inclinano sino nei monti di Mongiana e Serra S. Bruno circa verso nord-ovest: nel promontorio di Stalletti tutti gli strati però inclinano, salve le inversioni, verso nord-est ed intorno Soverato a sud-est.

Nel Monte Comune e negli altri presso Gerace si ha una pendenza verso sud-est o sud regolarissima e non alterata da inversioni se non poco nel S. Jeiunio e nel Campanaro. Nella massa del Capo Vaticano gli strati pendono con uniformità notevole verso sud-sud-est e sud-est. Soltanto nell'estremità nord-ovest del Capo stesso cioè sotto Parghelia e verso Tropea mi sembrò notare una tendenza a cambiare direzione ed a girare verso est-nord-est.

Certo si è che in quel punto compariscono gli strati più antichi del Capo, e forse dell' intera penisola, poco differenti però, come vedremo, dagli altri strati

sovrastanti. Dalla disposizione delle rocce *gneissicche* che ora ho indicato apparisce già qual sia la loro distribuzione, sulla quale dovrò tornare a suo tempo, in tre zone od anticlinali laterali e più o meno paralleli.

La zona centrale apparisce come un anticlinale diretto da nord-est a sud-ovest di cui non si possono veder bene tutti i limiti, perchè, come dicevo in principio, è troncata dai due mari per modo che nelle due estremità, settentrionale e meridionale, dove gli strati hanno una pendenza regolare e non invertita, rimane in posto soltanto una delle pendici.

Nella porzione intermedia dove ambedue le pendici dell'anticlinale sembrano rimaste al loro posto, e particolarmente fra Gerace e Cittanova, si verifica un potente raddrizzamento di tutti gli strati, una compressione d'una pendice contro l'altra, anzi un rovesciamento dalla parte del mare Jonio, per modo che la pendice orientale ha cambiato affatto inclinazione ed invece di pendere a nord-est o ad est pende verso nord-ovest o verso ovest. Perciò gli strati della zona gneissica più antica sono sdraiati sopra le zone cristalline e carboniose più recenti. È degno di nota che appunto nei monti fra Antonimina e Mammola da una parte, fra Molochio e Cinquefrondi dall'altra, dove è accaduto il rovesciamento, la direzione geografica della giogaia va secondo il meridiano e diverge così alquanto dalla direzione ordinaria (fig. 4, 5).

Nella piccola zona laterale, nei monti di Gerace, tanto nel Monte Comune quanto nel S. Jeiunio e nel Campanaro, gli strati hanno tutti una inclinazione, al solito non molto forte, verso sud e talora verso sud-est, onde è forza conchiudere che vi apparisce soltanto la gamba orientale dell' anticlinale con regolare pendenza. Manca affatto invece la gamba occidentale di questi monti che in origine doveano formare una piccola cupola laterale distinta.

Più distinta ancora dalla piegatura principale è la cupola del Capo Vaticano avente l'asse maggiore diretto pur esso da sud-ovest a nord-est. Un sinclinale riempito da terreni assai recenti nel quale scorre la vallata del Mèsima separa una piega dall'altra. Nella cupola del Capo Vaticano però è rimasta sola o quasi sola la pendice orientale che è troncata dovunque di contro al mare, salvo forse nei dintorni di Parghelìa e di Tropéa se vero è che la differente pendenza degli strati accenni colà ad un ultimo resto della pendice occidentale scomparsa.

§ 3. *Descrizione delle rocce.*

La descrizione ora fatta delle varie pieghe offre già un criterio per conoscere i luoghi nei quali vengono a giorno gli strati più antichi. Questi si trovano nei dintorni della Piana, da Civitanova a S. Cristina d'Aspromonte, e meglio ancora nei dintorni di Tropea e Parghelia, nel Capo Cozzo o Zambrone e nella Punta di S. Arena: infatti in questi ultimi luoghi dintorno al Capo Vaticano si trovano a livello del mare rocce che formano l'interno di quella cupola ragguardevole.

Cotali rocce sono costituite per solito da un *gneiss* molto compatto, che passa a granito, detto *Murgia* dai paesani, nel quale però non scompaiono mai del tutto le tracce della stratificazione. Esso è per solito bianchissimo con grani di *quarzo* vitreo, grigio chiaro e biancastro in assai piccola quantità, con *ortose* in cristalli assai più grossi, lunghi anco 2 centimetri e più, spesso distintamente geminati, a

volte un poco traslucidi ma per solito bianchi opachi, con *biotite* scura e *muscovite* bianco-argentina quasi in uguali proporzioni. Intorno al Capo Cozzo ed altrove le ondate battendo incessantemente sulla roccia isolano qualche volta i cristalli dell'*ortose* che presentano nitidissime le loro forme; per solito però questi si mostrano poco distinti sulla superficie della roccia nella quale sono ben cementati. Molte volte nelle parti superficiali gli strati sono apparentemente alquanto alterati e si screpolano facilmente. Qua e là manca la *muscovite* e la *biotite* rimane sola; altrove forma delle vene e delle masse da sola la *muscovite*, e per es. intorno alla Punta di S. Arena e a Parghelia se ne possono ricavare delle lamine molto estese. Nello stesso luogo la roccia è formata a volte da *quarzo* non molto abbondante in grossi grani ed in cristalli; da abbondante *ortose* bianco, opaco, a volte in grossi cristalli alquanto alterati; da abbondante *muscovite* bianco-argentina che è distribuita con aspetto palmare nel *feldspato*; e da rare laminette di *clorite* verdognola. In alcuni strati intorno alla Punta di S. Arena vidi che al *quarzo* ed all' *ortose* distribuiti in eguale quantità, ed a grossi cristalli di *biotite* sparsi irregolarmente nella massa si aggiungeva qualche cristallo bianco di *oligoclasio* in quantità minore dell'*ortose*. Del resto anche negli strati superiori per es. nel Monte Comune, nel S. Jejunio e nel Campanaro, il *gneiss* è talora formato da elementi grossolani, ed a struttura un poco porfiroide, oltre ad essere molto ricco di *quarzo*.

Gli stessi caratteri ha il *gneiss* più antico nella piegatura centrale a Scilla, a Bagnara e nei luoghi vicini. Ivi è comune un *gneiss* granitoide compatto, a grana piuttosto uniforme, composto da grossi grani di *quarzo* vitreo, opaco, da *ortose* bianco, opaco, in quantità un poco maggiore, in cristalli lunghi a volte più centimetri ma per solito assai piccoli e da *biotite* in piccole laminette scure. A volte intorno Scilla si aggiunge alla *biotite* una certa quantità di laminette di *clorite* verdognola: a volte la roccia è molto ricca di *quarzo* trasparente o scuro, semi-opaco, in grossi nodi e straterelli, con *ortose* bianco, pellucido, in masse le quali alternano con straterelli formati da sola *biotite* di color tabacco. Il *quarzo* finisce col dominare assai, in qualche strato, sul *feldspato*, ed essendo gli elementi piuttosto piccoli ed uniformi si origina un minuto impasto granuloso: all'*ortose* si aggiunge pure dell'*oligoclasio*. Presso la Batteria di Torre Cavallo sopra le Zagarelle ho trovato una roccia ad elementi piuttosto grossi con nodi grossolani, non però molto frequenti, di *quarzo* vitreo, con *ortose* bianco, opaco, in cristalli non piccoli, alquanto alterato e caolinizzato, *muscovite* bianco-argentina in piccole e rare laminette accumulate intorno al feldspato, *clorite* di color verde-pomo, piuttosto abbondante, a volte in lamine assai distinte, con macchie di *limonite* e di *manganite* nelle parti più alterate. Alcuni strati sono formati intieramente da *quarzo* molto opaco, verdognolo, o da *clorite* verde, scura, con poco o punto feldspato.

In un altro luogo, nella regione centrale della stessa piega, sopra Cittanova, il *gneiss* sarebbe molto compatto e duro, ma di frequente è screpolato in varî sensi e le fessure sono coperte da estese velature di *limonite*; esso ha un colore roseo o gialliccio ed è formato da piccoli elementi cristallini di *quarzo* granelloso, di *ortose* e di *oligoclasio* bianco, opaco, o roseo, o rossastro, a volte un poco alterato, e da piccolissime laminette di *muscovite* argentina e di *biotite*. Sovente la *biotite* è

molto più abbondante della *muscovite*. Nell'estremità più settentrionale della stessa piega, nel Capo Stalletti predomina una roccia notevolmente diversa. È questa un *gneiss* tonalitico molto compatto, tenace, a grana uniforme ora più fine ora più grossolana, composto da grani di *quarzo* vitreo, bianco, giallastro o scuro, inquinato da ossido di ferro, da raro *ortose*, da cristalli molto più frequenti e distinti di *oligoclasio* bianco di porcellana o leggermente ceruleo, da *biotite* scura sparsa irregolarmente in cristalli grossi od anche più frequentemente in minutissime scaglie, e da *orneblenda* diffusa assai, ma ordinariamente un poco meno della *biotite*, rara in cristalli grossi, più comune in cristalli piccolissimi. Nella terza piccola piegatura, nei Monti di Gerace, il *gneiss*, del quale non appariscono se non gli strati meno antichi, ha i soliti caratteri. Nel Monte Comune rassomiglia sovente al *gneiss* molto quarzoso di Scilla: è composto da molto *quarzo*, poco *ortose*, e moltissima *biotite*. A volte è assai compatto, con molto *quarzo* in grani ialini, con feldspato più abbondante, bianco, pellucido che per lo più è puro *ortose*, talora è formato da alternanze di *ortose* e di *albite*; frequentemente vi si aggiunge l'*oligoclasio*: vi è poi la *biotite* in piccole lamine scure, e sparsi nel feldspato si trovano dei bei cristallini di *almandino* roseo o rosso vinato, semi-trasparenti, grossi quanto una capocchia di spillo.

Salvo la struttura più frequentemeate porfiroide e la compattezza che più del solito predomina negli strati più antichi, v'ha uniformità grandissima e stretta analogia fra questi e gli strati più recenti. Soltanto in quelle zone più recenti nelle quali il *gneiss* fa passaggio ai micaschisti ed alle dioriti del piano successivo esso diventa frequentemente più micaceo e più ricco di *orneblenda* e di *oligoclasio*.

Ho descritto così le rocce di alcuni strati delle varie piegature e dei luoghi più lontani. Piuttosto che seguitare a descrivere così le roccie degli altri luoghi, sarà bene che io ne faccia una descrizione comprensiva.

Il *gneiss* ordinario, detto comunemente pietra viva, potrebbe essere diviso in due tipi estremi tra i quali però sarebbe impossibile fare una distinzione assoluta, salvo nel caso di campioni isolati da collezione, giacchè v'è continuo passaggio da un tipo all'altro, anzi i due tipi si trovano quasi generalmente mescolati con prevalenza or dell'uno or dell'altro. Questi due tipi sono il *gneiss* ortoclasifero o granitoide propriamente detto che risponde presso a poco al *Jejunio-Granit* di Burgerstein e Noë ed il *gneiss* oligoclasifero o tonalitico, o *Serra-Granit* dei citati autori.

Niuno di questi due tipi è proprio esclusivamente di una regione piuttosto che d'un altra; ma si può dire che il *gneiss* ortoclasifero sia quasi esclusivo degli strati più antichi del Capo Vaticano che già ho descritto, e sia predominante negli altri strati più recenti del Capo Vaticano, e negli strati più antichi della regione meridionale dell'elissoide lungo il Tirreno e nella regione centrale nei monti di Cittanova, S. Giorgio e Gerace, mentre il *gneiss* tonalitico predomina negli strati meno antichi, nella regione settentrionale dell'elissoide lungo il Jonio; dico — predomina — non — domina esclusivamente.

L'aspetto più ordinario del *gneiss* ortoclasifero (Briàtico, Jòppolo, Nicòtera, Palmi, Seminara, S. Cristina, S. Sostène, S. Caterina, Mongiana, Serra di Chiudilli, Scilla, Bagnara), è quello di una pasta minuta, a grana fina, uniforme, variamente compatta, bianca nella quale si trovano insieme confusi *quarzo* bianco, o giallastro più o meno

trasparente, *ortose* bianco, frequentemente opaco, a volte per es. nel Monte Pecoraro nei monti di Cittanova e di Badolato roseo, più di rado trasparente e *biotite* nera lucente o di color cioccolata in lamine d'aspetto esagonale, regolarmente disposte per piatto e piuttosto abbondanti. Qualche volta le lamine della *biotite* sono disposte per tutti i versi con irregolarità, e se sono per poco abbondanti, danno a tutta la roccia un color tabacco scuro; altrove, come nei monti di Bagnara, Cittanova, Tropea, la *biotite* è concentrata in tante vene di colore scuro le quali alternano colle masserelle bianche del quarzo e del feldspato. Talora invece della *biotite* ed anche insieme v'è la *muscovite* bianca, perlacea, quasi trasparente come quella che vedremo far parte di alcuni filoni i quali traversano la roccia. Colla *muscovite* spesso il feldspato non è trasparente, ma piuttosto opaco ed un poco alterato sì che la roccia stessa è screpolata e meno compatta. Del resto gli strati sono quasi sempre alterati e screpolati da fessure più o meno inclinate sulla direzione degli strati. È più chiara l' alterazione della roccia in alcuni tratti, nei monti di Cannitello, Scilla, Cittanova, nel Monte Pecoraro, nella Punta di S. Arena, ecc., dove si vedono alle laminette di *biotite* o *muscovite* aggiungersi o sostituirsi interamente la *clorite*, col feldspato spesso interamente caolinizzato e la roccia disgregata: può dirsi che dove il feldspato è caolinizzato la mica è molto spesso trasformata in *clorite*, ed il gneiss granitoide è cambiato in gneiss cloritico. Quando il feldspato è caolinizzato viene attivamente scavato per mandarlo alle fabbriche di terraglia; i giacimenti più importanti del caolino, che in volgare è detto *gilzo*, sono nel Capo Vaticano presso Parghelìa, Fitili, Drapìa, Tropèa, ma se ne trovano anche a Scilla, a Calanna presso Cittanova a un' ora da Pedavoli, ed altrove.

Il *caolino* del Capo Vaticano, a quanto afferma il Novi (¹), fu scoperto e cominciato a scavare poco dopo il 1734, nel qual tempo molti si davano da fare per sorprendere il segreto della fabbricazione delle porcellane di Sassonia. Quel caolino più tardi veniva mandato alla fabbrica di porcellana di Capodimonte insieme col feldspato e col quarzo scavati pure in Calabria. Alla fine del secolo scorso usavano molto il vasellame detto terraglia che si faceva con caolino detto di Venezia o terra di Vicenza o di Valenza, con polvere di marmo, e con feldspato in decomposizione di Calabria, misto a quarzo e conosciuto allora col nome di *quarzino* od anche di arena dura. Secondo il Novi (loc. cit. p. 70, Nota) le rocce caoliniche di Calabria danno 75 per 100 di caolino lasciando nei lavamenti un residuo di quarzo e di feldspato che venivan pure adoperati nella fabbricazione. Nel caolino però sono frequentemente tracce di ferro. Ad ogni modo i giacimenti del Capo Vaticano sono da noverarsi tra i più importanti che abbia l'Italia.

Qualche volta per es. nei monti di Torre Cavallo presso Scilla manca per qualche tratto il feldspato e rimangono il quarzo e la mica che formano così un grossolano micaschisto. La mica è anche sostituita dalla clorite e si forma un cloroschisto.

Rare volte i cristalli del feldspato sono formati da tenuissime alternanze di lamine d'ortose e d'albite.

(¹) G. Novi, *Dell'industria ceramica nelle provincie napoletane.* Atti r. Istituto d' inc. alle sc. naturali. Napoli, S. 2ª, T. II, 1865, p. 70.

Assai frequentemente invece all' *ortose* si aggiungono cristalli di *oligoclasio* (Cittanova, Punta di S. Arena, Scilla, Monte Comune presso Gerace, Serra, Simbarío) ed alla *biotite* fa compagnia l'*orneblenda* (Capo Vaticano, Cannitello, Bagnara, Favazzina, Valle di S. Frara, Cittanova, S. Giorgio, ecc.): si ha così un passaggio al *gneiss* oligoclasifero o tonalitico, ossia alla tonalite la quale fu descritta dal Pilla col nome di *gneiss* anfibolico (1837), e fu ben riconosciuta in Calabria dallo stesso Rath, che per primo aveva proposto quel nome nuovo per una roccia identica dell'Adamello ([1]). La tonalite tipica che può essere alla sua volta o granitoide, cioè compatta, o gneissica, cioè in masse più o meno apparentemente stratificate, si compone di oligoclasio che ne forma la parte principale, con poco ortose, con grani di quarzo e con orneblenda. Nell' Adamello medesimo l' orneblenda è spesso sostituita in gran parte dalla biolite. La Tonalite o dirò meglio il gneiss tonalitico od oligoclasifero nel quale sia esclusivamente l' *orneblenda* senza mica è in Calabria poco frequente ed ha estensioni assai limitate; se ne trova nei dintorni di Squillace dove i prismi dell'orneblenda acquistano anche la grossezza di un pollice. Per solito l'*orneblenda* è diffusa sporadicamente in piccoli ma distinti prismi scuri o verdastri, insieme con la *biotite* e qualche rara volta anche colla *muscovite* (Staletti, Soverato, Badolato, Monte Pecoraro, Isca). L'*oligoclasio* che è la materia predominante è bianchissimo o bianco corneo o anche diafano, l'*ortose* è poco abbondante; il quarzo è in granelli grigio-chiari o trasparenti. Anche in questo *gneiss* oligoclasico, come nel *gneiss* ortoclasico il feldspato si altera non di rado e ne deriva il caolino (Davoli, Satriano). In esso pure la mica talora è alterata e sostituita da *clorite* verdognola (Monti di S. Sostène, Badolato).

Tanto in una sorte di *gneiss* quanto nell'altra non è raro il granato roseo, *almandino*, il quale forma spesso delle macchie sporadiche nella roccia (Badolato, S. Caterina, Vignale nella valle dello Stilo) o dei cristalli icositetraedici grossi fra una capocchia di spillo ed una gran mela (Capo Vaticano, a Drapia presso Tropea nel *gneiss* ortoclasico, Squillace nel *gneiss* oligoclasico). Cotali cristalli prendono all'esterno una tinta ferruginosa ed hanno un colore giallo rossastro mascherato superficialmente dalla biotite che si trova in pagliette pur nell' interno. Il Rambotti cita nei monti di Staletti anche l' *epidoto*. Il granato è molto più frequente, come si dirà, negli schisti cristallini soprastanti ai *gneiss*.

Gli strati de' *gneiss* non sono sempre ben palesi perchè si mostrano più o meno crepati e trinciati; ma d'ordinario non è difficile riconoscerli ponendo mente ai soliti criterî, cioè al verso secondo il quale meglio si sfaldano, alla direzione dei piani dove la mica è più abbondante, e a quella delle masse di varia natura che vi alternano. Si vede poi che la direzione così desunta combina con quella dei micascisti e delle altre roccie che formano la serie geologica immediatamente successiva, e colla direzione dei lembi di grafite e degli strati dei calcari inclusi; talchè non si può dubitare che quella sia proprio la stratificazione originaria. Le crepe trasversali si sono formate posteriormente per varie ragioni di pressione, d'alterazione e d'altro, e si rendono palesi particolarmente dove la roccia è più alterata. Ciò accade quasi

([1]) G. von Rath. *Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellsch.* Band XVI, 1864, p. 249. Io pure verificai che l' identità della Tonalite dell'Adamello con quella di Calabria è assoluta.

sempre alla superficie, ed a questa alterazione si debbono i depositi di caolino che si manifestano in più luoghi.

Dalla caolinizzazione del feldspato sono prodotte poi le frequenti e numerose frane di cui ho dato cenno nel primo capitolo. In certi luoghi però, scavando a qualche profondità, il *gneiss* è solido e compatto, talchè riesce adattatissimo come pietra da costruzione e se ne giovano, benchè non troppo di frequente, appunto per questo fine. Il *gneiss* oligoclasifero del promontorio di Staletti che è molto ricco di quarzo ed assai duro, venne scavato in parecchi luoghi ed impiegato pei *cuscinetti di posa* delle travate metalliche nella ferrovia Jonia, come pure per costruire tutti i ponti compresi tra la galleria del Grillone e l'Ancinale. A giudicare della grandezza degli scassi fatti debbono essere molto antiche le cave del *gneiss* granitoide ortoclasifero di Parghelia nel Capo Vaticano; v'è anzi chi pretende che questo *gneiss* granitoide sia adoperato in taluni edifizî di Roma. Molto bello è pure il *gneiss* granitoide nei dintorni di Nicotera.

In alcuni casi si sono serviti del *gneiss* più compatto anche per far macine.

§ 4. *Acque minerali e filoni di granito.*

Acque minerali non ne escono dalla regione gneissica, se non forse quelle leggermente solforose non usate e poco note che sgorgano nella contrada Covara in un luogo poco accessibile presso Solano (circondario di Reggio).

Nel *gneiss* nemmeno si trovano filoni di minerali. Solo intorno Rosali nel 1755 furone scoperte lievi tracce di galena argentifera alla ricerca della quale fu fatto invano qualche scavo (Melograni 1823). La vena di quarzo che le contiene è diretta secondo Paillette (1842, p. 652) a sud 10 est con pendenza di 10° a est. Anche ad Acquacalda lungo la valle del Cenide è un filone di pirite alto da $1^m,40$ a $1^m,50$, che va da est ad ovest (Paillette 1842, p. 654). Non sono rari peraltro (nei monti di Bagnara, Pedavoli, Cittanova, S. Giorgio, Oppido, Mongiana, Squillace, Staletti, Davoli, Satriano, Badolato, S. Caterina, Monte Comune) i filoni di pegmatite o di granito vero e proprio che qualche volta seguono gli strati per lunghi tratti, o li tagliano più o meno obliquamente e sono larghi per lo più pochi decimetri, talora qualche metro. Li compongono quarzo, a volte in grossi cristalli più o meno rozzi, mica bianca (muscovite) in lamine molto grosse, di rado mica nera (biotite) ed ortose, bianco, roseo, rosso o quasi sempre ceruleo, rare volte in cristalli che sulla superficie denudata si palesano nitidissimi, più spesso in masse lamellari. Per la natura chimica di questo feldspato si veda l'analisi nel capitolo seguente. Talvolta predomina molto il quarzo e si ha una vera petroselce. A volte manca la mica e rimangono soli il quarzo ed il feldspato (Stalletti). Questi filoni come dirò poi si ripetono negli strati sovrastanti. Nei monti di Cittanova e di Bagnara ho trovato poi anche dei grossi filoni di puro quarzo, che talvolta viene scavato per le vetrerie.

Col denominare *gneiss* o *gneiss* granitoide la grande massa delle rocce la quale è spartita in strati più o meno manifesti, e — granito — soltanto quella porzione più cristallina che forma dei filoni, mi sono attenuto ai dettami della litologia, la quale appunto fra *gneiss* e granito pone come differenza la stratificazione apparente

o nò. Se non che mi occorre soggiungere che nel distinguere i *gneiss* come i micaschisti di cui discorrerò nel capitolo seguente, mi trovo d'accordo in gran parte col Lovisato ma non interamente col Pilla e col Rath. Frequentemente si parla del granito di Calabria, volendo dire del *gneiss*, ed il Rath ed il Pilla danno spesso il nome di granito ai frammenti ed ai massi più compatti che si trovano nei conglomerati terziarî od erratici nel letto dei fiumi, i quali massi rappresentano la parte non apparentemente stratificata del *gneiss* rimasta dopo la denudazione che ha portato via il rimanente. Il Pilla poi denomina *gneiss* il micaschisto.

Considerandole adunque in piccoli pezzi isolati si potrebbero appellare graniti quelle rocce; ma in realtà esse fanno parte della vera e propria formazione dei *gneiss*.

§ 5. *Rocce sporadiche rinchiuse nel* gneiss.

Oltre agli *gneiss* alcune altre rocce manifestamente disposte a strati fanno parte della medesima formazione e vi alternano in piccoli lembi qua e colà.

Nei dintorni di Cittanova e di S. Giorgio, nei quali sembra estesa la zona superiore dei *gneiss*, che ivi è generalmente ortoclasifera, si trovano delle mandorle di cloroschisto verde compatto, e dei nodi od anche dei veri strati alti da 1 a 3 metri di micaschisti identici a quelli di cui si discorrerà nel capitolo seguente. Vi si trovano anche qua e là delle lenti parallele agli strati di diorite compatta verdognola con minuti cristalli di orneblenda ravvolti in una pasta di oligoclasio bianco (Stalletti, Cittanova, Bagnara, Scilla). Qualche rara volta alternano nel *gneiss* delle piccole masse, non paragonabili per estensione a quelle della zona successiva, di grafite nera lucentissima, a due miglia e mezzo da Nicotera, a Torre Cavallo, ed a Squillace secondo il Grimaldi. Vi sono pure dei calcari saccaroidi pellucidi, bianchi o giallastri, quasi sempre insudiciati da piccoli cristalli di minerali estranei, cioè da clorite o almandino, o idocrasia: essi formano dei banchi regolarissimi alti da uno a più decimetri, ed alternano qualche volta con elementi micacei o gneissici. Se ne trovano anche negli strati più profondi del *gneiss* per es. presso Parghelia dove vengono di tanto in tanto scavati come pietra ornamentale: presso Cittanova li usano come pietra da calce e li chiamano *pietra marbizzarica*.

Fra le altre rocce più notevoli sono gli ammassi talcosi che si trovano co'*gneiss* e co' micaschisti nelle vicinanze di Serra S. Bruno, e che erano adoperati una volta per costruire la camicia refrattaria agli alti forni, negli stabilimenti metallurgici governativi di Mongiana. Secondo quel che mi scriveva l'ing. Rota, cotali camicie resistevano a volte anche per due campagne di fusione di quasi 6 mesi ciascuna. Questo talco di Campoli presso Serra S. Bruno fece credere all'esistenza in quei dintorni di rocce serpentinose con le quali però non ha che fare: anzi esso è talora in tali circostanze che lo si prenderebbe per una alterazione od almeno per una sostituzione dell'ortose nel granito. Infatti vi si trovano dei filoni di granito identici a quelli di cui ho parlato per l'innanzi ed a grossi elementi, formati da *quarzo* bianco, piuttosto opaco in grani non piccoli, da *muscovite* bianco-argentina in grossi cristalli ed in lamine assai distinte, e da grossi cristalli d'*ortose* biancastro. Per lo più il quarzo e la muscovite rimangono tali e quali, ma invece dell' ortose si trovano delle piccole masse di *talco* verdognolo o biancastro, in piccole laminette aggregate

tenacemente, con lucentezza a volte argentina, che per la finezza della grana acquistano a volte l'aspetto della steatite e che simulano le forme cristalline del feldspato. A volte la grana della roccia è molto più minuta, e mentre la muscovite quasi scomparisce rimangono nel talco i grossi grani talora irregolarmente cristallizzati del quarzo. La muscovite finisce pur collo scomparire intieramente e resta il quarzo bianco o verdognolo il quale pure alla sua volta si manifesta in grani più piccoli, si fa più raro, e sparisce lasciando solo interamente il talco bianco o verdastro.

Un talco simile fu citato anche presso Olivadi.

CAPITOLO IV.

Schisti cristallini.

§ 1. *Distribuzione delle rocce.*

Ai *gneiss* succede una serie di rocce cristalline svariate, costituita da micaschisti, cloroschisti, dioriti, anfiboliti, ed anche filladi e calcari. Queste rocce raggiungono estensione grandissima nelle due zone esteriori alla piegatura centrale de' *gneiss*, senza spingersi però fino al mare, dal quale terreni più recenti, od almeno la spiaggia sabbiosa, le separano. La zona occidentale di questa piegatura si nasconde sotto la profonda vallata del Mèsima e sembra formare un sinclinale che si rialza di nuovo a ridosso della cupola laterale del Capo Vaticano. Se le apparenze non ingannano, il sinclinale formato colà da queste rocce cristalline, il quale rimane interrotto a mezzogiorno dal golfo di Gioia, sembra chiuso a settentrione dai monti di Maida, dove i due lembi del sinclinale si riuniscono ad angolo, quasi a mandorla, in uno. Così può dirsi che la vallata del Mèsima scorra interamente in mezzo a terreni terziarî confinati dagli schisti cristallini che formano il lembo occidentale della piegatura principale gneissica dai poggi di Maida fin verso Soriano e Sorianello e fin verso la Piana dove rimangono interrotti, ed il lembo orientale della cupola di Capo Vaticano.

Intorno quest'ultima cupola essi formano verso sud gli scogli che spuntano qua e là in cima ai poggi, in mezzo a rocce terziarie e quaternarie, sopra Cessaniti, intorno Vena, a Monteleone all'antico Telegrafo, verso la Fortezza, sulla strada del Pizzo ed in tanti altri luoghi anche dentro la città, come di rimpetto alle Carceri ed alla scesa del Carmine: quivi la stratificazione pende quasi regolarmente verso est-sud-est. Ne sono costituiti poi verso settentrione tutti i poggi lungo il mare, cioè quelli di Monteleone, dello Scrifi, dell'Angítola e della Castagnarà che dividono appunto il mare dalle vallate del Mèsima e dell'Angítola. Gli strati scendono quivi a sud-sud-est a sud-sud-ovest a sud-est od a sud-ovest; ma a volte anche a nord-ovest, nord-est e nord-nord-ovest per effetto di parziali rovesciamenti.

La zona orientale che ricopre la piegatura principale de' *gneiss* comincia con estensione notevole, e per lo più con pendenza a sud-ovest, nei monti sopra Reggio, lungo lo Stretto, dalla fiumara di Vallanidi a quella di Gallico, e si estende verso l'Jonio fino nei monti intorno a Stilo. Essa è per tal modo interrotta dai mari ad ambedue le estremità. Ne' suoi confini colle rocce più recenti che la ricoprono essa è talora frastagliata in piccoli scogli che appariscono isolati qua e là, specialmente lungo lo Stretto, tanto nel fondo delle vallate, quanto nella sommità dei colli che le separano, per es. a Trizzino e a Terreti sopra Reggio (fig. 16, 17). La pendenza degli strati è presso a poco verso sud-ovest; sotto Trizzino essi sono quasi verticali e vanno a sud-sud-ovest; sotto Terreti a S. o S.O.; sotto Arasi a sud-ovest.

La cima del Montalto colle circostanti pendici è appunto formata dalle rocce di questa zona, che ivi intorno giungono a grande estensione, e che rimangono interrotte soltanto verso la Piana dove compaiono al di sotto di loro i *gneiss* più antichi.

Fra Mammola ed Antonimina da un lato, fra Molochio e Cinquefrondi dall'altro anche la zona orientale ora indicata, come già dissi de' *gneiss* nel capitolo antecedente, è rovesciata e spinta contro il mare Jonio, talchè parrebbe quasi sottostare a quelle rocce di cui è invece più recente (fig. 4, 5).

Queste medesime rocce formano pure un piccolissimo lembo ad oriente del Monte Comune fra Gerace ed Agnana sopra gli *gneiss* (fig. 4) concordanti ed inferiormente un poco alternanti con questi. Come gli *gneiss* esse pendono ordinariamente a sud-est o a sud; ma nella porzione più esterna a sud-est, per effetto di uno di quei rovesciamenti limitati che sì frequentemente si notano nelle parti più esterne dei monti, gli strati sono talora verticali e talora pendono a nord.

§ 2. *Rocce e minerali della zona occidentale.*

Dalle vicinanze di Monteleone fino al Segnale Angitola quasi sulla sinistra del fiume di questo nome, e nei monti sopra S. Nicola di Crissa, Nicastrello, Capistrano, Palermiti, Olivadi, S. Vito, la roccia di questa zona è quasi interamente formata da un micaschisto per lo più granatifero del quale inoltre, per grandi tratti, fa parte la Sillimanite.

Non deve far meraviglia se questa roccia ricca di mica e somigliante ad alcune trachiti fece credere al Fasano e ad altri che nella regione intorno alla Piana fossero delle rocce vulcaniche.

Negli strati inferiori poco sopra il *gneiss*, sotto Monteleone verso Briatico, la roccia, che per l'abbondanza della mica appellerò micaschisto, è granulosa ad elementi piuttosto minuti ed uniformi, costituita quasi in parti uguali da Ortose bianco opaco e da granuli di Quarzo quasi trasparente, inoltre da cristalli grossi quanto un grano di canapa di Almandino roseo alquanto più raro dei minerali antecedenti, e da grande quantità di Biotite in lamine color tabacco, lucenti, che danno alla roccia la stratificazione e la fissibilità.

Salvo la maggiore scarsità dell'Ortose, che spesso viene accompagnato od anche intieramente sostituito dall'Oligoclasio, la stessa roccia che ho dianzi ricordato si estende in quasi tutti i monti circostanti alle vallate del Mèsima e dell'Angitola.

Anco intorno al Segnale Angitola ho trovato piuttosto abbondante l'Ortose in cristalli sufficientemente distinti, cerulei, tendenti un poco ad alterarsi, con Quarzo bianco o giallognolo in quantità assai maggiore, con Almandino in cristalli regolari, di colore rosso bruno, come grani di canapa, con Biotite in masse e lamine molto grandi.

Fra Monteleone e Triparni, ed in molti altri luoghi il micaschisto granatifero è un poco screpolato ed alterato pel circolare delle acque. Le fessure sono riempite da veli di Manganite e la Biotite è alterata in Jefferysite con aspetto identico in tutto e per tutto a quella di certi micaschisti dell'America del Nord.

Il granato Almandino quasi mai manca, ed è in cristalli ora piccoli e poco distinti (Monteleone, Olivadi, etc.) ora molto grossi (al Pizzo, all'Angitola). Dalla corrosione della roccia sulla quale batte incessantemente il mare deriva la sabbia così ricca di frantumi d'almandino che si trova lungo la spiaggia dal Pizzo all'Angitola e della quale parlarono già il Rath (1873), il Jervis (1874), l'Achiardi (1879), ed altri.

A Monteleone e nei dintorni, ho trovato più volte nel micaschisto granatifero degli straterelli formati da grani verdi scuri a volte un poco cristallini di Pinite sparsi abbondantemente e con uniformità in una pasta di feldspato, probabilmente Oligoclasio bianco alquanto caolinizzato, ed accompagnati da qualche grosso grano di Quarzo e da rare laminette argentine di Muscovite. In ogni frammento si vedono dei grani di Pinite più o meno alterati, i quali cominciano a diventare di color verde chiaro e poi si fanno interamente bianchi. In questo insieme il Quarzo forma alle volte delle vene a sè. Poco dopo cominciata la scesa del viottolo che da Monteleone conduce all'antico castello di Bivona vi trovai per entro delle druse con piccoli cristalli cubici di Fluorina.

Il micaschisto granatifero che ho descritto fu detto *gneiss* dal Pilla e dal Rath, omfacite dallo stesso Pilla (1843, p. 395), ed ha ricevuto da Lovisato il nome di kinzigite che già venne dato dal Fischer ad una roccia consimile della valle di Kinzig in Boemia.

Un tipico *gneiss* non lo si potrebbe dire, e per la grande abbondanza della mica e per la scarsità del feldspato; chè del resto è noto come tra *gneiss* e micaschisto non si possa fare uno stacco assoluto; io preferisco chiamare la roccia micaschisto perchè mentre essa ne ha i caratteri, ciò mi torna anche meglio per distinguerla con una sola parola dai veri e tipici *gneiss* sottostanti. Il Lovisato (1878, p. 353) l'ha detta kinzigite avuto riguardo all'abbondanza del granato, ed il nome è bene applicato; siccome però il tipo de' micaschisti granatiferi è molto comune, e d' altronde nella Calabria settentrionale, specialmente intorno al Montalto, il micaschisto è spesso senza granati mentre pure conserva tutti gli altri caratteri, così per non dare troppa importanza alla sola presenza o mancanza de' granati, denomino semplicemente micaschisto la roccia che non ne ha e micaschisto granatifero l'altra. In sostanza però non vi è disaccordo fra il modo di riguardare la roccia del Rath, del Lovisato e di me, essendo soltanto nominali le differenze indicate.

Un' altra roccia importante, frequente quanto il micaschisto semplicemente granatifero e forse più, è il micaschisto sillimanitico ricco pur esso di granato, che

per la sua estensione nella Calabria e per la costanza dei suoi caratteri, meriterebbe di essere distinto con nome apposito. Cotal roccia si trova nei dintorni di Monteleone, a Longobardi, al Pizzo, verso l'Angitola, verso Crepamorto non lungi da Vena sulla strada nazionale, a S. Vito sull'Jonio ed altrove con granati, a volte anche senza, per es. negli stessi dintorni di Monteleone, al Camposanto. Concorrono a formare quella roccia grani di Quarzo giallognolo, Feldspato ceruleo chiaro in cristalli sufficientemente distinti, quasi in eguale quantità del Quarzo, che spesso nei dintorni di Monteleone è Ortose puro, talora è formato da laminette alternanti di Ortose ed Albite: vi è pure dell'Oligoclasio bianco a volte rarissimo, a volte più frequente; poi vi sono la Biotite in lamine color tabacco che danno il colore alla roccia, la Sillimanite in fasci fibrosi, biancastri o leggermente cerulei, o verdognoli, con splendore serico, durissimi e compattissimi, intrecciati specialmente con la Biotite, e l'Almandino in cristalli rosei, trasparenti, grossi fin come un cece. La roccia forma straterelli distinti: in alcuni di questi domina quasi da sola la Biotite con fascetti di Sillimanite e con Almandino, e vi alternano straterelli di Sillimanite con Feldspato, Quarzo e Almandino, con altri di Feldspato e Quarzo contenenti rarissima Biotite. A volte la Biotite forma degli straterelli a sè, e delle piccole mandorle bianche son formate qua e là dalla Sillimanite: il Quarzo e il Feldspato diventano pure talvolta molto rari. A volte la grana della roccia per via degli elementi che la compongono è piuttosto grossolana, a volte è minuta ed uniforme. A Crepamorto il quarzo è raro ed abbonda l'oligoclasio; ma non vi manca neppure l'ortose bianco o ceruleo. Quando la roccia comincia ad alterarsi l'oligoclasio è sostituito sollecitamente da caolino.

Il micaschisto Sillimanitico che ora ho descritto è identico a quello del Cardone nella Calabria settentrionale che ebbi modo di vedere presso il Lovisato.

Non di rado la sillimanite forma entro questa roccia delle masse e dei piccoli filoni costituiti da fibre lunghe, tenacemente saldate, bianche o leggermente cerulee, lucenti, sericee, insieme con quarzo bianco o giallognolo e con ortose in cristalli grossi, cerulei (Telegrafo antico di Monteleone, Longobardi, Strada fra Monteleone e Briatico). Da questi filoni certamente, come già sospettava il Lovisato, levavano gli antichi la materia con cui lavoravano tanti piccoli arnesi dell'età della pietra che si trovano sparsi a Vena, S. Nicola di Crissa, Serra S. Bruno ed in parecchi altri luoghi. Di quella Sillimanite fece un saggio quantitativo il dott. Funaro assistente alla cattedra di chimica agraria nell'Università di Pisa.

Qualche volta si trovano altresì nel micaschisto dei nodi e delle vene di puro Quarzo, accompagnato talora da mica bianca argentina con angolo degli assi ottici di 73°-74° (Muscovite).

Verso l'Angitola si trova una roccia che fa passaggio dal micaschisto alla diorite e che si potrebbe dire micaschisto anfibolico. È compattissima e molto dura, però apparentemente stratificata, e si compone di Quarzo bianco, rossiccio, o verdastro, abbondante specialmente in certe zone, Oligoclasio bianco piuttosto raro, Biotite scura in lamine piccolissime abbondante in certe zone, Almandino rosso bruno abbondante, e Orneblenda rara in cristalletti verdi scuri.

Nella stessa zona dei Micaschisti granatiferi e sillimanitici, si trova piuttosto

rara la diorite in lembi simili a quelli già notati nel *gneiss*, qualche volta con aspetto finamente granuloso ed omogeneo a guisa d'afanite (Olivadi, S. Vito).

Essa guadagna invece molta estensione nella zona cristallina sovrapposta ai micaschisti i quali nelle Calabrie meridionali non sembra formino il limite superiore della zona degli schisti cristallini o delle cosidette pietre verdi come ritenne Lovisato per le Calabrie settentrionali (1879, Bull. r. Com. geol.). Un poco a sud del Segnale Angitola, lungo il mare, le dioriti cominciano ad alternare in banchi ed in ammassi nei micaschisti granatiferi, i quali poi a poco per volta scompaiono e lasciano il posto alla diorite che forma quasi tutti i piani della Castagnarà dal Segnale Angitola in poi verso nord, ed i poggi di Filadelfia, Montesoro, Curinga, S. Pietro, Maida, Jacurso. Se ne trova anche ad Olivadi.

Nel Piano della Castagnarà e in altri dei luoghi citati si trova una varietà che fa passaggio al micaschisto descritto di sopra. Essa è costituita da Oligoclasio abbondante in cristalletti verdognoli abbastanza distinti, da abbondante Orneblenda in lunghi e sottili prismi e da Biotite non molto frequente in piccole lamine di color tabacco e di splendore aureo: è dunque una diorite micacea assai compatta ed a struttura cristallina uniforme; qua e là vi è, rarissimo, del Quarzo. Nel suo aspetto ordinario la diorite è compatta, verdastra, con l'Orneblenda in cristalli or piccoli e confusi, or grossi e distinti, e con Oligoclasio bianco per solito meno abbondante dell'orneblenda, in cristallini lucenti, od a volte leggermente alterato. Non di rado la roccia apparisce formata da zone alternativamente bianche e verdi, a cagione dell'accumulazione differente de' suoi due elementi. Alle volte la grana dei componenti è così fine ed uniforme che la roccia diviene compatta, di colore molto scuro e quasi nero, e forma una afanite (Piano della Castagnarà, Montesoro, etc.) Altrove tutta la roccia si altera alquanto e l'Oligoclasio è caolinizzato (Rio Torrina). L'Oligoclasio a volte diventa pochissimo o sparisce interamente, rimanendo sola l'Orneblenda che costituisce una anfibolite. Una anfibolite granatifera si trova nel Piano della Castagnarà, formata dall'Orneblenda in belli e grossi cristalli verdi scuri tenacemente intrecciati, sì che rendono la roccia assai compatta, e da cristalli di Almandino: l'Oligoclasio vi è rarissimo, o vi manca. Dei filoni di granito, del quale parlerò in fondo al capitolo, si trovano eziandio entro a questa diorite (Monti di Curinga).

D. Lovisato ricorda (1879, *Sulle Chinz.*) alcune druse di analcime nella formazione dioritica dei monti che si estendono dalla Serra S. Bruno verso l'Angitola.

Nei monti sopra Serrata e Laureana si trova qualche piccolo lembo di quella roccia peculiare già notata dal Rath nei dintorni di Catanzaro e da lui denominata diorite porfiroide. È composta di grossi e distinti cristalli di Biotite, Orneblenda, Augite e Quarzo sparsi porfiricamente in una pasta di Oligoclasio. I tre primi elementi sono convertiti il più delle volte in Clorite verdastra, prova manifesta di alterazioni avvenute probabilmente per effetto di acque. La roccia, per l'abbondanza dell'oligoclasio è biancastra, o talora, forse per diffusione della clorite, verdognola, o per l'ossido di ferro leggermente rossastra. È notevole, come già ricordò il Rath, la promiscuità dell'augite, dell'orneblenda e del quarzo, e con ragione si potrebbe dare a questa roccia una denominazione speciale. Il Rath la trovò sulla sinistra della Fiumarella; il Lovisato a Tiriolo pure presso Catanzaro.

Nella massa delle citate rocce cristalline stanno pure le serpentine non rare nella Calabria settentrionale, anzi estese assai nei dintorni di Gimigliano e secondo il Lovisato nel Reventino, come intorno a Corica ed a Lago. Esse sono verdi scure, compatte, spesso diallagiche ed accompagnate da oficalce e da pietra ollare la quale viene lavorata al tornio come in Lombardia. Formano dei banchi regolari in mezzo agli strati dei micaschisti, dei cloroschisti e delle dioriti. Parecchi autori, uno sulla fede dell'altro, ne hanno citato qualche lembo anche nella Calabria meridionale, secondo loro nella zona degli schisti cristallini ora descritti, e specialmente nei monti di Serra S. Bruno fra S. Bruno e la Serra. In questa regione però, sebbene da me poco esplorata, non ne ho trovato tracce. La citazione fu ripetuta dal Rath, dal Seguenza, dal Pignatari e da altri che mai visitarono quei luoghi; ma forse l'equivoco derivò dall'aver preso per steatite uguale a quella che accompagna le rocce serpentinose il talco bianco compatto che appunto si trova fra S. Bruno e la Serra negli strati del *gneiss*, e del quale parlai nel capitolo antecedente. Il Rambotti (1877, *La form. gran.* p. 64) nel parlare delle alluvioni dallo Squillace allo Stilaro dice che i serpentini e i porfidi vi sono rari, ma di questi non dà descrizione, contro al suo solito, per cui è a ritenersi che dicesse a quel modo perchè provenendo quei fiumi dai monti di Serra dubitava potessero contenere il serpentino. Il Melograni (1809) non cita serpentino nella Calabria meridionale, solo dice averne ricevuto un pezzo lavorato da un amico che affermava averlo avuto da Gerace, dove certo non si trova. Anche il Brocchi (1820) citò, ma inesattamente, un lembo di serpentino agli Archi presso Reggio in un fondo detto Rossignolo. Il Mantovani lo citò presso Cittanova, ma ignoro sopra quali indizî od argomenti si fondasse.

Queste serpentine della Calabria stanno in posizione analoga a quelle delle Alpi occidentali, e sono evidentemente diverse, non per l'aspetto fisico ma per la posizione stratigrafica, da quelle dell'Appennino settentrionale: però non avendole io notate nei terreni dell'Aspromonte non ne discorrerò più a lungo. Aggiungerò soltanto che le mie osservazioni sulla posizione stratigrafica dei serpentini calabresi nella zona degli schisti cristallini superiori agli *gneiss* centrali, sono interamente d'accordo con quelle del Pilla e del Lovisato, non già con quelle del Taramelli (¹) che ritenne quelle serpentine sottostanti a' *gneiss*.

Di rado nelle dioriti, più frequentemente nei micaschisti, si trovano degli strati, per solito non grandi, di calcare saccaroide o lamellare, bianco o ceruleo e simile a bardiglio, pieno pur esso di clorite, di granati come la roccia che lo rinchiude, e di altri minerali (intorno Monteleone, sull'Angitola, a Palermiti, presso Jacurso, Contrada Viola presso Capistrano). Ad Olivadi esso è a dirittura cristallino e puro, bianco quasi come il marmo di Carrara, e forma dei banchi di notevole grandezza. Però è ordinariamente più cristallino e più ripieno di materie estranee cristallizzate il marmo che si trova nel *gneiss* del Capo Vaticano. Fra Monteleone e Triparni si trovano entro il micaschisto granatifero delle piccole zone formate da calcare ordinariamente spatico, biancastro o verdognolo, nel quale sono sparsi

(¹) T. Taramelli, *Sunto di alcune osservazioni stratigrafiche sulle formazioni precarbonifere della Valtellina e della Calabria* (Rendiconto dell'Istituto Lombardo, Vol XII). Milano, 1879.

grani di Pinite, simile a quella che ho già notato negli stessi micaschisti, ora compatta, nel qual caso è verde scura, ora più alterata e verde chiara, ora più alterata ancora e bianca: la accompagnano al solito piccoli cristalli di Muscovite argentina. A volte la Pinite è in quantità tale che forma una massa quasi compatta: vi si trovano dentro dei piccoli cristalli di Pirrotina.

Nello stesso luogo e nei medesimi strati calcarei si trovano straterelli o vene di Epidoto verde scuro in lunghi prismi bacillari a volte isolati nella calcite.

Ricorderò pure gli straterelli, frequentemente alternanti col micaschisto, di Grafite lucente, polverosa. Sono a volte copiosi ad Olivadi, Monterosso, Capistrano, Vallefiorita, Centrache, S. Vito, S. Elia, Filadelfia, Polia. Questa grafite è talora, « granoso-lamellosa, di tessitura scistosa sottile, di colore che va al grigio violetto più o meno carico, e con picciole tracce per lo più impercettibili di solfuro di ferro » (L. Grimaldi 1845, p. 3). La miniera principale è quella esistente nelle montagne di Olivadi, in Riga d'Olivadi, a quattro miglia dal paese, che fu già ampiamente descritta dal Melograni (1818, 1823). In due epoche almeno vi si sono fatti degli scavi all'aperto e senza regola alcuna, con qualche profitto, e l'ultima volta per conto del Governo sul principio del secolo; altri ne furono praticati in S. Vito e in S. Elia, ma da parecchi anni non si lavora più in alcun luogo. L'abbondanza dei granelli di quarzo rende queste grafiti poco atte a far matite.

Nel comune di Monterosso a mezzo miglio dal paese, nella contrada Pantano evvi grafite che differisce dalla precedente perchè « presentasi a strati decisi di una tessitura scistosa più compatta, di color grigio-violetto sporco ed oscuro, ed è piena di solfuri di ferro in massa ». A volte fu scavata la grafite anche presso Vallefiorita nelle contrade Lofoiatro e Jannella.

Nella diorite, nella contrada Melettoro presso Cortale, come pure a Centrache, presso Girifalco, a Monterosso colla grafite, ed altrove son abbondanti tracce di Pirite di ferro. Nel calcare alternante cogli schisti cristallini presso Palermiti, non lungi dalla vecchia chiesa rovinata sono pur notevoli tracce di ossido di ferro. Gli altri minerali che si trovano sporadicamente nei micaschisti e nelle dioriti li ho già indicati via via. Sembra che intorno Mileto sia qualche filoncello di Galena.

Qualche acqua ferruginosa non termale o poco termale sgorga qua e là da queste rocce, per es. a Girifalco dove è la sorgente detta Tosina a tramontana del M. Covello: acque consimili vengono fuori in quei dintorni anche da altri terreni per es. a Gasperina in luogo detto Cannaro presso M. Paladino, e nel luogo detto Colture presso Montepaone dove è una sorgente molto adoperata. Anche al Pizzo nel luogo detto Fontana vecchia è una sorgente ferruginosa ricca di acido carbonico ed usata dalla gente, di cui parlava a' suoi tempi G. F. Savaro del Pizzo, letterato del secolo XVII, in una lettera al Malpighi riportata dal Fiore.

§ 3. *Rocce e minerali delle zone orientali.*

La maggiore varietà di rocce più volte alternanti fra loro si ha nelle pendici orientali della piega principale, le quali si estendono da Stilo al Montalto. Non vi ha però sostanziale differenza fra le rocce di questa regione e quelle altre che già ho ricordato.

Vi appariscono i micaschisti coll' aspetto solito, non però granatiferi o ben di rado tali. Di Micaschisto appunto è in gran parte formata la cima del Montalto che il Pilla (1837, n. 1) indicò come *gneiss* molto scomposto ed il Rath dietro l'esame del medesimo campione portato da Pilla e veduto nell'Università di Napoli, come *gneiss* nero ricco di mica. Il micaschisto intorno al Montalto è formato al solito da Quarzo in poca quantità, Oligoclasio bianco ed a volte Ortose, Biotite scura relativamente abbondante. A volte l'oligoclasio e l'ortose mancano intieramente e si ha un micaschisto tipico. In gran parte nel micaschisto sono le valli di Vallanidi, S. Agata, Annunziata, Gallico, ed i monti di S. Stefano. Molte volte i diversi elementi che lo costituiscono sono disposti a zone alternanti, parallele alla stratificazione, di vario colore. Qua e là vi si trova l'Epidoto in lunghi cristalli bacillari.

Nei monti sopra Gerace, nel monte Basilico e nei piani della Badia sopra Reggio, nella valle dell'Annunziata intorno al Montalto verso Nardello e il Passo del Ladro, e altrove, è un micaschisto anfibolico il quale fa passaggio alla diorite, simile a quello dell' Angitola che già ho descritto. Nella valle dell' Annunziata sotto Aràsi e altrove esso forma una roccia compattissima, molto dura e pesante, verdognola, però in strati sufficientemente distinti, costituita da grani di Quarzo, Feldspato bianco, Biotite color tabacco in piccolissimi cristalli, ed Orneblenda verde in cristalli altrettanto piccoli, che dà il colore alla roccia. In una roccia consimile sopra Cànolo (presso Gerace) manca ordinariamente il Feldspato e rimane una specie di schisto rasato verde lucente formato da granelli minutissimi di Quarzo che a volte costituisce pure delle vene a se, da piccolissime lamine di Biotite scura e da Orneblenda verde con piccoli cristalli di Magnetite. Non è raro che tal roccia formi un assieme talmente compatto ed omogeneo da rassomigliare ad una afanite cui s'avvicinerebbe infatti se mancasse la Biotite. La notò e la descrisse ottimamente il Pilla (*Stud. geol.* 1840, p. 48, nota 1).

Alternano frequentemente coi micaschisti delle Anfiboliti formate da grossi cristalli d'Orneblenda a volte pure commisti a Biotite, e delle dioriti a volte sì compatte, intorno al Montalto, da diventare afaniti durissime e resistenti, che si possono, sebbene a fatica, rompere e faccettare regolarmente da ogni parte. Nei monti sopra Gerace, Platí, Cánolo, S. Giorgio, Cittanova è molto estesa una diorite identica a quella dei poggi di Máida, per lo più micacea, formata da quantità notevole di Oligoclasio bianco e da Orneblenda verde scura in lunghi cristalli prismatici intimamente commista a piccoli cristalli e lamine di Biotite: assai raramente vi è pure del Quarzo. Tutta la roccia però è alquanto alterata, a cominciare dall'oligoclasio che è quasi caolinizzato, sicchè facilmente si rompe e si sfalda. Una quarzite cloritica grossolana che in origine doveva essere un' arenaria, con qualche traccia di feldspato, forma degli strati abbastanza estesi nelle vallate sopra Reggio e nei monti di Gerace. In questi s'incontra pure uno schisto lucente, quarzoso, rosso, a primo aspetto simile a diaspro, con Clorite in lamine piccolissime e con tracce di Biotite, tutto crepato e penetrato da velature di ossido di ferro rossastro e di Pirolusite lucente. Potrebbe darsi che questi strati fossero assai più recenti degli schisti cristallini e vi si trovassero presi in mezzo per effetto di pieghe; ma io non l'ho potuto verificare.

Più raro, anzi più a lenti che a strati, è nella valle di Vallanidi un cloroschisto esclusivamente formato da Ripidolite verde-scura, granulosa, compattissima, che talvolta ho veduto erroneamente scambiata nelle collezioni per Serpentino e che racchiude grossi cristalli di pirite. Nell'Aspromonte sopra S. Eufemia sono pur frequenti masse di Ripidolite verde-scura, in larghe lamine lucenti, disposte a ventaglio, unite a pochi granelli di Quarzo bianco o giallastro, con lucentezza vitrea, ed a Pirite di ferro.

Poco più frequente del Cloroschisto, per es. nelle vallate di S. Agata e dell'Annunziata è il calcare saccaroide per lo più ceruleo chiaro come alcune varietà di bardiglio, contenente qualche cristallino di Pirite. Esso abbonda maggiormente nella valle della Madonna dei Polsi, fra questo convento e le alture. Per dare un' idea dell'alternanza delle varie rocce nella regione più meridionale degli schisti cristallini intorno al Montalto, descriverò uno spaccato naturale lungo non più di 350 met. osservato sulla sinistra della Fiumara dell'Annunziata sotto Arasi nei monti di Reggio.

Cominciando dagli strati inferiori si trova:

1. Granito ad elementi non grossolani con mica, quarzo, e feldspato turchino alto per lo meno 60 metri. Di questo granito discorrerò meglio tra poco.

2. *Gneiss* molto micaceo, o micaschisto gneissico con quarzo, oligoclasio a volte coalinizzato, biotite color cioccolata in minute pagliette e muscovite biancastra; 10-12 metri.

3. Roccia afanitica verde, molto compatta a minuti elementi con quarzo, feldspato, biotite ed orneblenda, traversata da piccole vene del solito granito; 2 o 3 metri.

4. Micaschisto come il n. 2; 6 o 7 metri.

5. Granito come il n. 1; metri 1.

6. Schisto cloritico lucente, rasato, con nodi di quarzo: si vede per 6 o 7 metri, ma forse seguita per una lunghezza di circa 20 metri coperto da frane, dopo delle quali torna allo scoperto, e si mostra alternato da piccoli banchi di granito per altri 25 o 30 metri.

7. Diorite verde micacea o micaschisto anfibolico con vene del solito granito, formata da oligoclasio, orneblenda, biotite e quarzo in cristalli sufficientemente distinti.

Nei monti fra Platí, Gerace, Cànolo, S. Giorgio, Cittanova, è pure grande variabilità nelle rocce, ma le masse alternanti fra loro sono più estese e meno sottili. Eccone un esempio nello spaccato fra Cànolo e Cittanova (fig. 4): giova ricordare che gli strati quivi sono rovesciati e che perciò i più antichi, dai quali comincierò, paiono sovrastanti e sono addossati agli altri più recenti.

1. Cominciano i *gneiss* centrali, nelle pendici verso il Tirreno, nei dintorni di Cittanova, dove pendono a nord e contengono piccoli lembi di micaschisti e di cloroschisti, sicchè forse appartengono colà alla zona superiore occidentale, la quale fa passaggio agli schisti cristallini, ed è rovesciata sopra la zona centrale de' *gneiss* e sopra la zona orientale degli schisti cristallini e degli schisti carboniosi: ma per meglio verificare ciò occorreranno altri studî.

2. Succede la massa de' soliti *gneiss* descritti nel capo antecedente, la quale

pende ancora a nord verso Cittanova, poi ad ovest verso la sommità dei monti nel piano Melìa, ed ha una potenza presso a poco di due chilometri.

3. Schisti quarzosi cloritici, verdastri, appartenenti già al piano degli schisti cristallini e pendenti pur essi ad ovest sebbene appartengano già al fianco orientale della grande elissoide. Essi appariscono verso le pendici dell'Jonio e la loro potenza può essere di circa 750 metri.

4. Negli strati superiori, che sono ancora rovesciati e pendenti ad ovest, con quelle quarziti alternano degli schisti quarzosi o delle filladi rossastre in strati ondulati, con laminette di clorite e di biotite, tutte impregnate da veli neri lucenti di pirolusite e da veli rossi d'ossido di ferro. Formano una massa di strati alta da 250 a 300 metri. Sulla strada fra Gerace e Cittanova cotali schisti manganesiferi s'incontrano intorno al Monte Bruverello.

5. Diorite micacea costituita puramente da oligoclasio e da orneblenda, con biotite in cristalli ben distinti; forma masse verdognole tutte alterate e friabili, rovesciate ancora ad ovest e costituenti colà la parte superiore degli schisti cristallini. Ha una potenza di circa 300 metri.

6. Succede la formazione degli schisti carboniosi di cui parlerò nel capitolo seguente, rappresentata, come sempre, da schisti neri o verdastri e da quarziti cloritiche dirette come le altre rocce da nord a sud, le quali per mezzo chilometro o più sono ancora rovesciate e pendenti leggermente ad ovest, ovvero sono verticali; poi prendono l'inclinazione, che dovrebbe esser quella regolare, verso est e verso est-sud-est; ma prima di acquistarla definitivamente la roccia è soggetta ancora a disturbi ed è di tanto in tanto parzialmente invertita e rovesciata o quasi verticale.

Nella piccola piegatura laterale del Monte Comune presso Gerace sopra la zona dei *gneiss* viene una massa di 5 metri de'soliti micaschisti più volte descritti, non granatiferi, cui succedono 2 metri di *gneiss* compatto a minuti elementi, quindi la zona dei micaschisti che per lo più hanno colore ceruleo e sono traversati da filoncelli granitici. Col micaschisto si trova pure una specie di diorite in straterelli sottili, lucenti, rasati, formata da quarzo ed oligoclasio in minuti cristalli, e da cristalli piccolissimi di orneblenda.

Che tutte le rocce ora mentovate siano pur esse disposte a banchi o strati lo provano l'alternativa de' calcari, delle grafiti e delle altre materie di svariata natura che le compongono, ed il regolare andamento delle masse, e il verso della stratificazione stessa più palese ancora che ne' *gneiss*. Il loro insieme poi è interamente concordante co' *gneiss*, ai quali fanno passaggio mediante i micaschisti che si trovano ai confini fra le due zone, e coi quali alternano anzi gli strati inferiori dei micaschisti medesimi.

§ 4. *Filoni di granito.*

Non già veri strati ma filoni più o meno irregolari, di larghezza variabile da pochi centimetri a qualche diecina di metri, son formati dal granito o dalla pegmatite (con ortose, quarzo e muscovite) aventi caratteri identici a quelli che si presentano nel *gneiss*, talchè non starò a ripeterne la descrizione. Sono comuni nei micaschisti, nelle dioriti ed in ogni altra sorta di roccia che traversano per ogni

lato e stringono come in una fitta maglia, e se ne trovano specialmente intorno al Montalto, nei monti sopra Reggio fino a Ceràsi, Aràsi, Trizzino, Terreti, nel Monte Comune, nei poggi di Monteleone, Maida, Curinga, etc. Per solito seguono l'andamento degli strati, o li troncano con varia direzione, o formano anche dei nodi isolati dentro i medesimi. Il feldspato è quasi sempre ortose ceruleo, lamelloso, con sfaldature ortogonali, a volte caolinizzato. L'analisi d'un ortose non alterato dei filoni di Aràsi, fatta dal dott. A. Funaro ha dato i seguenti risultati (D'Achiardi e Funaro, 1879).

$Si\,O^2$	70,60
$Al^2\,O^3$	16,60
$Be^2\,O^3$ impura dall'allumina	0,60
$Ca\,O$	0,67
$Mg\,O$	0,65
$K^2\,O$	8,16
$Na^2\,O$	3,76

Da quest'analisi l'Achiardi ha dedotto la formola $K\,Na\,Al\,Si^6 O^{16} + Si\,O^2$.

Sotto i campi d'Aspromonte, sotto Stravarini ho trovata non infrequente in questi filoni la tormalina nera in cristalli ora piccolissimi, ora lunghi 2 o 3 centimetri, che però non si possono ben distaccare dalla roccia: cotali filoni tormaliniferi hanno analogia non lontana co' filoni del granito tormalinifero che solcano il granito normale più recente di queste rocce di Calabria nell'Isola dell'Elba. Nei monti sopra Reggio ho trovato a volte anche dei filoni di puro quarzo.

§ 5. *Miniere e cave.*

Negli schisti cristallini che formano la zona orientale della piegatura principale sono piuttosto frequenti i filoni metallici a ganga quarzosa o baritica.

Ho già accennato la Pirite contenuta nei calcari, nei cloroschisti ed in altre rocce, talora in grossissimi e complicati cristalli. Rammenterò ora i filoni di Magnetite che stanno, con Oligisto e Limonite, entro la diorite ed altri schisti cristallini nella vallata di Gallico, sopra Podàrgoni e Schindilli fra la contrada detta Giardini e la Serra della Grotta d'Oro. Quivi furono più volte aperte delle cave e dei saggi vennero tentati anche recentemente. Il Costa visitò quel luogo nel 1858 per incarico del Governo che aveva intrapreso delle scavazioni e mandava a fondere il minerale alla Mongiana; secondo lui (1863 *Rapp. sulle min.* p. 370) col metodo catalano si ricavava dal minerale il 60 per 100 di ottimo ferro, e cogli alti forni anche il 72 per 100. Oligisto, Blenda e Galena con Franklinite nei micaschisti si trovan pure non lungi dalla Serra della Nucara presso l'Aspromonte e vi fu aperto un cunicolo sulla sinistra della valle che scende alla sega di Basì.

Lungo la fiumara di Vallanidi furono scavate anticamente la galena e la calcopirite. Narrano il Fasano, Pilla ed altri che sulla sponda del torrente sopra il paese omonimo furono scavate da minatori Sassoni due gallerie, entro filoni che sembrano per lo più quarzosi, nei luoghi detti Stroffa, a livello del torrente, e Lamia. Queste gallerie per l'innalzarsi dell'alluvione torrenziale vennero riempite in questo secolo e nascoste sotto il fiume (Paillette, 1850). Sei gallerie per la ricerca del

minerale di rame si scavarono nella valle dell'Adda tributario del Vallanidi, e quattro nell'altro tributario Musciddi. Sulla costa destra del Musciddi, verso la cima in un luogo detto Pedauli fu scavato un pozzo detto Argentera pella ricerca dell'argento (Fasano 1788), probabilmente nella Galena argentifera. Pirite di ferro, veli di Azzurrite e di Malachite si trovano, come di solito, nei giacimenti cupriferi di quella valle.

Filoni con Pirite di ferro, Galena, Blenda e Calcopirite si trovano sotto la casa di ricovero detta delle Castagnarelle, sopra Gerace, lungo la strada nazionale che va a Cittanova. Ivi intorno si trovano pure grossi filoni di baritina bianca o cenerognola talvolta saccaroide, talvolta lamellare.

Materie da costruzione e da ornamento si ritraggono dalle rocce descritte in questo capitolo assai meno che dal *gneiss*. Da certi micaschisti hanno fatto alle volte macine per frantoi e per mulini. Degli stessi micaschisti, e ben più frequentemente di molto dioriti anche micacee, e delle afaniti sono formate quasi tutte le accette, le ascie ed altri strumenti in pietra fatti dall'uomo nelle passate età, che ora si trovano spersi pelle terre. Di queste accette hanno bellissime collezioni il prof. D. Lovisato ed il prof. I. Pignatari di Monteleone. Alcuni degli strumenti più piccoli sono ricavati dalla sillimanite identica a quella che notai in filoni nel micaschisto intorno a Monteleone. Di cotali arnesi parlarono il Nicolucci (1872), il Ruggero (1878), ed il Lovisato (1878, *Di alc. azz.*; *Strum. lit.*; 1879, *Nuovi ogg.*). Arnesi di diorite delle Calabrie furono trovati dal Giglioli e da altri anche nelle isole Lipari, mentre poi arnesi di ossidiana delle Lipari furono trovati dal Mantovani intorno a Reggio (1878, Bull. pal.).

CAPITOLO V.

Ragionamento intorno alla formazione delle rocce cristalline.

§ 1. *Origine delle rocce.*

Da più di trent'anni a questa parte si è fatta strada l'opinione che le rocce cristalline, come quelle mentovate fin qui, sieno puramente rocce metamorfiche, ossia sedimentarie in origine, alterate poi in un modo o nell'altro e ridotte nello stato nel quale ora sono: anzi per alcuni questa ipotesi ha cominciato a cedere il posto ad altre nuove differenti. L'accettazione quasi generale dell'opinione sopra ricordata non impedisce però i geologi dal manifestare sempre, quando n'hanno l'occasione, le ragioni sulle quali si fondano e le obiezioni ad opinioni diverse; nè io mi asterrò dall'accennare almeno alla questione, rimettendomi per le maggiori considerazioni sull'argomento ai bellissimi studî dello Sterry Hunt.

Quattro ipotesi principali sono state manifestate intorno all'origine delle rocce cristalline: alcuni cioè le ritengono plutoniche, o penetrate a forza nelle spaccature degli strati nell'interno della terra senza venire allo scoperto; altri le ritiene vulcaniche,

vale a dire venute all' esterno a mo'di lava: altri le dice depositate tali e quali entro gli antichissimi mari i quali avendo natura diversa lasciavano sedimenti diversi da quelli d'oggi; altri le dice rocce sedimentarie uguali in origine a quelle che si formano oggi ed alterate poi nel lungo corso del tempo, od in una parola rocce metamorfiche.

La teorica del plutonismo ha avuto grandissimo campo nella scienza geologica e l'ha tuttora; ma o sia fallace la ipotesi, o sia cambiato il modo di vedere dei geologi, tutti i fatti che i plutonisti citavano come conseguenza della loro teorica vengono oggi spiegati in altri modi, anzi sono citati per combattere il plutonismo. Prova ne sieno appunto le rocce cristalline antiche, ritenute un tempo da tutti plutoniche ed attive sollevatrici dei terreni sovrastanti, opinione questa che, oggigiorno, forse con troppa sollecita reazione, non ha più quasi alcun seguace. Ma piuttosto di esaminare l' ipotesi in generale, che non è questo il mio còmpito, mi limiterò ad osservare se la disposizione delle rocce antiche delle Calabrie sia tale da adattarsi alla medesima. Noterò per esattezza storica, che il Pilla (1835-1846) riteneva il granito di Calabria eruttivo e cagione di sollevamento di quei monti.

Il Pilla afferma (1846, p. 309) che « i graniti di Calabria (egli chiama granito anche il *gneiss*) non si veggono iniettati mai nelle rocce di sedimento che vi stanno soprapposte, ma traversano solo le rocce scistose cristalline con le quali sono connessi; ed inoltre essi hanno dislogato gli strati che giungono infino al terreno miocenico, lasciando intatti quelli pliocenici; onde si argomenta che furono sollevati in istato solido dopo il periodo miocenico ».

Forse parimente il gneiss era ritenuto plutonico dal Rath quando diceva propendere a dare un'opinione eruttiva al *gneiss* di Staletti (1871, p. 78).

A considerare le loro masse grandiose ed a studiare i rapporti che hanno colle rocce incassanti non si vedono punto quelle relazioni che dovrebbero essere fra rocce penetrate a forza entro cavità supposte così gigantesche ed estese, e rocce che dovrebbero aver sofferto queste spaccature e queste pressioni. Ho già detto come le rocce cristalline indicate sieno tutt' altro che un impasto confuso di materie disparate, ma formino delle masse quanto mai regolari in veri banchi che ordinatamente si succedono e che alternano con grandissimo accordo con calcari, con grafiti e con altre rocce che niuno vorrebbe dire plutoniche. In ogni luogo, salve quelle discordanze che possono esistere fra una roccia sedimentaria ed un'altra, gli strati sulla cui origine sedimentaria niuno mette dubbio stanno in posizione regolare sopra gli strati cristallini che loro precedono. Queste apparenze escludono che si tratti di amalgama plutonici confusi penetrati a forza per mezzo di enormi fratture negli strati sovraincombenti. Del resto gli *gneiss* e le roccie più cristalline occupano dovunque un orizzonte che si può dire definito e rispondente alle più antiche età geologiche: piuttosto di affermare che sieno penetrate plutonicamente in mezzo ad antiche rocce sedimentarie di cui non sarebbe oggi rimasta traccia, sarebbe più naturale, quando mai, affermare a dirittura che formano il nucleo più antico del nostro pianeta. Per queste ragioni non troverei giustificato chi volesse attribuire ai *gneiss* e molto meno ai sovrastanti schisti cristallini delle Calabrie un' origine plutonica.

Rimangono le altre ipotesi, le quali tutte, ammettendo almeno un'alternanza di

elementi diversi ed un certo ordine nella sovrapposizione dei differenti strati sedimentari o banchi vulcanici, rispondono molto meglio alle apparenze sopra citate delle rocce calabresi. V'hanno però argomenti i quali fanno pendere la bilancia a favore di una piuttosto che di altra supposizione, non senza però escludere che diverse cagioni possano aver concorso a formare taluna delle rocce suddette. L'ipotesi che, almeno i *gneiss* e le rocce del medesimo gruppo sieno vere e proprie lave d'origine vulcanica è stata applicata in modo speciale ai *gneiss* delle Calabrie dall' ing. Rambotti del quale dovemmo rimpiangere l' immatura perdita.

Il Rambotti discepolo dello Stoppani, facendosi ad applicare le teoriche del maestro intorno alle rocce cristalline, venne ad indicare vari fatti come riprova della natura vulcanica di quei *gneiss*. Questi fatti sarebbero secondo lui i seguenti.

La disposizione dei cristalli della mica e dell' anfibolo verde cupo nel *gneiss* granitoide coll' asse maggiore verso una direzione costante che sarebbe quella della corrente lavica (1877, p. 65-66).

La diffusione dell' orneblenda maggiore in certi luoghi che in certi altri, la qual cosa unita alla varia distribuzione degli elementi potrebbe spiegarsi, gli sembra, col peso specifico (65) che li faceva più o meno affondare nella massa fluida della lava.

La stratificazione diversa da quella di una roccia sedimentaria e metamorfica, perchè la mica e l'anfibolo suddividono la massa in strati paralleli ma non continui (66).

La lunghezza dei cristalli d'anfibolo, qualche volta anche rotti, per effetto dice egli dello stiramento avvenuto nella pasta ; ed il probabile sfogliamento della mica la quale in origine si presentava forse sotto forma di prismi esagoni ma poi dal moto della corrente fu sfogliettata e divisa in tante pagliette che danno alla massa un' apparenza di stratificazione irregolare (66).

I frammenti di altre rocce granitiche o metamorfiche di forma lenticolare coll'asse maggiore in direzione della corrente lavica, come se fossero schiacciati da forze aventi una direzione verticale (66).

Le vene di una pasta compatta ed omogenea come la petroselce che saldano gli strati; nel qual caso sembra che il *gneiss* abbia subìto una fusione ignea, essendosi fusa prima l'orneblenda e poi la mica ed essendo rimasti infusibili nella pasta il feldspato ed il quarzo: in questi casi il *gneiss* ha un' apparenza come se fosse stato cotto dal fuoco entro una fornace (67). La fusione superficiale e l'alterazione della roccia che il Rambotti dice verificarsi presso le faglie (67).

Per semplice esattezza storica ho citato questi argomenti portati dal Rambotti, lasciandone alcuni altri esposti in modo secondario : la loro confutazione è quasi superflua; però giova notare che il Rambotti non li adduce per dedurre a *posteriori* la natura lavica dei *gneiss* di Calabria, poichè questa è già precedentemente provata per lui in quello e negli altri luoghi, ed i fatti riportati non sono se non un corollario di questa supposizione. Farò a meno di parlare di queste traccie di fusione dei nostri *gneiss*, della pretesa posizione costante dei cristalli, della distribuzione secondo il peso specifico, dello stiramento secondo la corrente lavica, dello sfogliamento della mica, della fusione dell' orneblenda, etc. fatti di cui rimetto la valutazione a chi conosce alquanto la mineralogia. Quanto all' ipotesi di

chi vuole sieno in generale lave queste ed altre rocce cristalline, oltre all' inesistenza di alcuni fatti e di alcune teoriche simili a quelle sopra citate dal Rambotti, le quali, supposte a tavolino come riprova della medesima, non si verificano nella realtà, la combattono anche l'ordine nelle stratificazioni che non hanno punto l'aspetto di banchi di lava più o meno limitati, come ho notato pur nelle rocce calabresi, l'alternare di rocce di natura diversa, il cui ordine non ha davvero niente a che fare col peso specifico de' minerali componenti, e di cui talune, come il calcare e la grafite, sono senza contestazione sedimentarie, la mancanza ordinaria di altre rocce sulle quali cotali lave si sarebbero riversate, e sopratutto la potenza loro, il costante orizzonte antico cui appartengono, e l'estensione, la continuità, e l' immancabile presenza in tutti i luoghi nei quali appariscono rocce d' una certa antichità. Questi ultimi fatti tutt'al più potrebbero spiegarsi col dire che si tratta di lave antiche primitive, le quali formavano a dirittura la superficie della terra in epoche antichissime; ma neppure questa supposizione regge perchè le stanno contro senz'altro i fatti già accennati dell'apparenza non caotica ma sedimentaria delle masse, e dell'alternanza di calcari e di grafiti, elementi certamente d'origine sedimentaria. Con questo peraltro non intendo escludere che sieno vulcaniche certe roccie, come alcune dioriti, le serpentine della Calabria settentrionale ed altre forse le quali si presentano bensì in banchi alternanti con rocce diverse ma hanno struttura uniforme piuttosto confusa, ed estensione limitata con una tal quale irregolarità. Niuno, per quanto prudente nei suoi giudizî, può fare a meno di prendere a base di questi le osservazioni sue proprie, per cui è gravissimo pericolo nelle scienze l'essere disposti a giudicare tutto in modo generale secondo la propria mente e a diniegare tutto quello di contrario alle proprie prevenzioni che possa essere frutto delle osservazioni altrui. Una delle riprove parlanti di quel ch' io dico è appunto codesta questione delle rocce cristalline e delle serpentine. Io che studiai le serpentine dell' Apennino settentrionale e pel primo mostrai la loro origine non potersi spiegare meglio che coll'attribuirle a correnti di lave eoceniche, sono disposto a ritenere che un' origine uguale abbiano eziandio alcune altre serpentine ed alcune dioriti rinchiuse negli schisti cristallini calabresi. Nondimeno intendo esprimere quest' idea soltanto come un' ipotesi, e con grande riserva.

Ad ogni modo i ragionamenti fatti, come mi condussero ad escludere che le rocce antiche dell' Aspromonte sieno plutoniche, così m' inducono ora a ritenere che, salvo forse pochi e limitati strati, la massa loro non sia vulcanica: non rimane quindi per me altra ipotesi verosimile se non quella che siano sedimentarie. Ma saranno esse depositate come le vediamo ora, o saranno *metamorfiche?*

Anche l' ipotesi che gli schisti cristallini si sieno depositati tali e quali non si fonda sui fatti, ma prende a base la supposizione che i mari antichi formassero dei sedimenti diversi da quelli odierni. Però l' idea d' un mare il quale depositasse feldspati, miche, ed altri simili silicati non è punto consentanea di per se stessa all' idea de' mari ed in generale di un cumulo di acque quale ci possiamo formare oggi e le complicate ipotesi possibili sono state fatte per ispiegare l'origine di alcuni minerali magnesiaci ma non di tutte le materie costituenti le rocce cristalline: si potrebbe fare la supposizione di un magma di fusione o d'altro simile magma,

che non sarebbe certo un mare, il quale costituisse l' involucro di tutto il nostro pianeta in quegli antichi tempi, sicchè i *gneiss* e gli schisti cristallini sarebbero la parte più esterna del nucleo primitivo della terra. Ma questa supposizione non sta punto d'accordo colle formazioni dei conglomerati, de' calcari e delle grafiti le quali si trovano fin negli strati più antichi e mostrano l' esistenza di sedimenti avvenuti per via acquea, e di un mare d' acqua vera e propria non già di un magma fuso ricco di silicati. Che i mari più antichi avessero una proporzione di sali solubili diversa da quelli d' oggi, potrà darsi, e questa diversità si sarà mostrata nei depositi salini avvenuti direttamente in seno al mare per evaporazione delle acque come avvengono oggi, od in altri depositi formati dopo certe reazioni chimiche: sarebbe però ben difficile il dimostrare come quella diversa proporzione di sali solubili, dato che esistesse , potesse agire sui depositi avvenuti per via meccanica. Anche oggi della natura dei sedimenti decide il carattere loro argilloso, marnose, calcareo, od arenaceo, e non già la natura delle acque nelle quali si formano, per quanto sia grande la differenza tra l' acqua interamente dolce di un lago montuoso, l'acqua satura di cloruro di sodio d'una salina, ed un'acqua così ricca di sali svariati, come potrebbe essere quella del mar Morto. Per queste ragioni parmi che l' ipotesi di cui ora ho parlato, come quella che non pare basata su fatti ragionevoli, debba lasciarsi da parte almeno pelle rocce calabresi.

Mi sembra più verosimile d' ogni altra l' ipotesi che i *gneiss* e le rocce cristalline dell'Aspromonte sieno *metamorfici*, vale a dire che in origine fossero rocce uguali a quelle che si depositano oggi e che poi per effetto del tempo, della pressione, del calore, e delle acque circolanti si sieno alterati. I ragionamenti fatti per escludere le altre ipotesi mi dispensano dal ripetere una parte di quelli che dovrei fare per sostenere questa. Bisogna convenire che poco si è fatto per dare una base sperimentale, l' unica possibile, allo studio delle rocce antiche ; niuno ancora ha studiato se e per qual via , d' una sabbia, d' un' argilla , d' un' arenaria, d' uno schisto nel quale sieno molti elementi confusi e solo meccanicamente riuniti, possa farsi una fillade, una quarzite, un micaschisto, un *gneiss*, un granito nel quale gli elementi prima confusi sieno mineralogicamente combinati secondo le loro chimiche affinità. Però gli studî della chimica e della geologia stratigrafica sono già avviati per modo che ci possono dare autorità almeno a fare qualche supposizione ed a presentire quasi i risultati cui lo sperimento pratico ci condurrà.

In molti luoghi si vedono delle rocce sedimentarie alterarsi, cambiare affatto d'aspetto e diventare più o meno cristalline. Per parlare di rocce non molto antiche ricorderò le arenarie e gli schisti argillosi triassici delle Alpi Apuane che sono inalterati in alcuni luoghi, divengono quarziti e schisti sericitici nella loro continuazione immediata, e poi quarziti e schisti cloritici altrove. Si vedono poi in molti luoghi rocce del Carbonifero e del Siluriano che sono molto meno alterate di certe rocce terziarie, mentre altrove esse sono molto cristalline, ancor quando contengono tuttora dei fossili e vi si notano microscopici cristalli, quasi in via di formazione. di quelle materie che costituiscono poi in modo principale le rocce più alterate e più cristalline. Si direbbe che per mezzo di ripetute soluzioni e concentrazioni avvenute per mezzo delle acque i cristalli prima microscopici si siano poi insieme

riuniti a formare i cristalli e le masse maggiori, come si verifica ne' laboratorî chimici collo sciogliere e risciogliere più volte dei precipitati cristallini nei quali dopo ogni soluzione resti superstite qualcuno dei cristalli più grossi. Questo vuol dire, nel modo il più evidente che eziandio in que' tempi antichi si depositavano rocce eguali a quelle d'oggi, ed in modo molto verosimile che per rendere quelle tali rocce cristalline occorreva qualche circostanza particolare posteriore alla sedimentazione. Ma la prova che basta il cambiamento di qualche circostanza per indurre variazioni nell'aspetto di una roccia antica, si può dedurre anche da altri argomenti. Così le grafitī ed i calcari non poterono essere in origine in quello stato in cui sono oggidì; ma le prime furono sostanza vegetale vivente, della quale, scacciati tutti gli altri elementi, non rimase se non il carbonio: i secondi probabilmente furono pur essi formati da sostanze organiche animali, e certo non contennero que' cristalli di clorite, di granato, o d'altro, che pei riordinamenti molecolari delle sostanze preesistenti o penetrate di fuori si formarono poi. Dato un lasso di tempo tanto lungo quanto è quello cui rimontano quelle rocce cristalline, e date le circostanze nelle quali queste si trovarono, qualunque terreno avente gli stessi caratteri dei sedimenti d'oggigiorno si sarebbe alterato e trasformato, perchè questa alterazione sembra necessaria in una materia eterogenea posta in certe circostanze di pressione e di calore ed in mezzo a solventi, che facilitino i movimenti molecolari ed il riordinamento delle sostanze rinchiuse secondo le loro affinità chimiche. Le acque che filtrano attraverso la terra e che riempiono i meati delle rocce non sono mai pure, ma sempre sono fornite di sali specialmente alcalini. Nelle centurie de' secoli che formano le epoche geologiche un perpetuo circolo guida quelle acque filtranti dalle sorgenti alle foci e dalle foci alle sorgenti come sangue ne' vasi dell' uomo, e nelle centurie de' secoli passano pei meati di una roccia tanti sali da uguagliare più volte il volume di questa. Qual meraviglia dunque se la materia si trasforma continuamente, e se le rocce sedimentarie a contatto delle acque, sì mirabili fattori di trasformazioni, acquistano una parte dei sali alcalini e perdono qualche altra parte delle materie che prima contenevano. Quando si prolunghi questo giro alla roccia di prima ne verrà sostituita un' altra abbastanza diversa.

Le rocce cristalline dell'Aspromonte adunque, come le altre simili, ritengo fossero in origine sedimentarie, e poi a poco a poco si alterassero fin che raggiunsero l'aspetto odierno.

Per quanto riguarda l' azione che il loro trasformarsi potè avere sui terreni circostanti, non è inverosimile supporre che questo contribuisse a qualche movimento delle rocce. I moti molecolari sono sovente accompagnati da cambiamenti di spazio e di volume, molto più quando si abbia una penetrazione di elementi esteriori in una determinata roccia od una esportazione di elementi preesistenti, conseguenza inevitabile del continuo infiltramento delle acque.

L'accumularsi per tanta serie di secoli e per sì grandi estensioni di que' minimi movimenti che si verificano continuamente nell' interno della terra cambia la forma di questa e produce le vicende dei sollevamenti e degli abbassamenti.

§ 2. *Origine dei filoni di granito.*

Un' origine differente da quella attribuita alle rocce esaminate fin qui si deve assegnare a quei filoni di granito e di pegmatite che traversano gli *gneiss* ed i micaschisti, come ha riconosciuto in parecchi luoghi anche il Rath, e che hanno appetto a questi una importanza ed una estensione molto secondaria. Quelli si comportano come i filoni di quarzo nelle arenarie e nelle roccie silicee, o come i filoni di calcite e di carbonato di calce e magnesia nei calcari e nelle dolomiti; come questi appaiono formati nell' interno della roccia madre che loro fornì gli elementi, nelle piccole fessure e spaccature che si formano negli strati per movimenti locali; e come questi non si estendono di regola, se non a volte per assai brevi tratti, al di là della roccia originaria. Non sembra dunque che ai filoni di granito si debba dare un' origine diversa da quegli altri nominati, ma pur essi si debbono ritenere prodotti dalle acque le quali disciolsero la materia che già si era ordinata a formare il feldspato, la mica ed il quarzo, e la ricostituirono nei vuoti della roccia formando di nuovo le combinazioni medesime, però più pure, ed in cristalli più grossi e più manifesti.

Le altre materie impure che prima erano diffuse nella massa e forse più specialmente nella mica (la quale nella roccia è biotite, nei filoni è muscovite) si riunirono in qualche maggiore quantità e produssero i cristalli di tormalina e di alcuni altri minerali secondarî che nella roccia originaria non si vedono. Non hanno adunque cotali filoni un' origine ignea e molto profonda; ma acquea ed inerente alla roccia in cui si trovano.

§ 3. *Epoca delle rocce.*

L' epoca durante la quale si depositarono questi terreni non si può determinare con esattezza perchè mancano interamente i fossili. Il Montagna (1866 e 1868) afferma bensì d'aver trovate delle impronte di *Lepidodendron* e di *Sigillariae*, nella steatite, nel feldspato e nella massa del *gneiss* di Serra s. Bruno, e di tanti altri luoghi, e questa affermazione fu ripetuta sulla sua fede da altri; ma il Bombicci (1868) vedendole disse che non gli parevano resti organici, onde quelle impronte dovranno essere poste al paro coi *Lepidodendron* che il medesimo autore disse avere raccolti nelle ligniti mioceniche di Agnana e di Borgotaro nel Parmigiano.

Soltanto per mezzo di studî comparativi si può fissare il limite del tempo anteriormente al quale i nostri terreni erano già formati. Nelle Alpi occidentali i graniti, i *gneiss*, i micaschisti, le serpentine, le dioriti, le anfiboliti, con altre rocce che mancano nelle Calabrie, sottostanno al terreno antracitifero. In Sardegna sopra le medesime rocce sono degli schisti lucenti, argillosi e talcosi, siluriani. Nelle Calabrie similmente sopra le rocce cristalline esaminate giacciono schisti cloritici e sericitici, ed argilloschisti abbondantemente carboniosi, in parte carboniferi, e, crederei, mai più antichi del Siluriano. Le rocce cristalline per conseguenza si potrebbero ritenere appartenenti almeno in parte al Cambriano, come già fece il Paillette (1842, p. 630) o meglio ancora, con minor tema di errare, ci potremo limitare a dirle in generale presiluriane.

L'antichità del tempo nel quale avvenne il metamorfismo mostra pure l'antichità grande della sedimentazione, e l'epoca della trasformazione fu certo antica, perchè le rocce erano almeno nell'epoca eocenica uguali ad oggi, trovandosene frammenti già in tutto cristallini entro ai terreni eocenici. Non tralascierò di notare che, stando alle descrizioni litologiche, cotali rocce mostrano molta analogia con quelle del Laurenziano e dei piani contigui dell'America del Nord, e che in questa regione pure si vedono schisti cristallini variati sovrastare ai *gneiss* più antichi.

Col medesimo aspetto queste rocce continuano a settentrione dell' istmo di Catanzaro, e formano le pendici della Sila e del Monte Cocuzzo nella Calabria settentrionale : si perdono poi a poco per volta e nella parte meridionale della Basilicata ne compariscano ancora dei piccoli lembi al di sotto dei terreni assai recenti, ritenuti per lo più cretacei, che rimontando a settentrione costituiscono quasi interamente l'Apennino.

Paragonando l' insieme di queste rocce proprie dell'estremità meridionale della penisola con altre di regioni differenti d' Italia, si scorge ch' esse hanno analogia grande coi terreni più antichi delle Alpi. Quivi pure è dovunque una zona inferiore di *gneiss* più o meno granitoidi, sopra cui sta la zona che il Gastaldi distingue col nome di zona delle pietre verdi, costituita, come la serie superiore delle rocce cristalline calabresi, di dioriti, micaschisti, anfiboliti, cloroschisti, eufotidi, serpentine e porfidi anfibolici. Fuori delle Alpi non v'ha in tutta la penisola altra roccia la quale per la sua antichità, e pe' suoi caratteri litologici possa essere portata in paragone. Si citano bensì de' massi di graniti e d'altre rocce cristalline eruttate dai vulcani laziali e dal Vesuvio, la qual cosa mostra secondo alcuni che il sottosuolo d'Italia, ad una certa profondità, sia formato di quelle rocce; e questo non deve recare meraviglia, ma è anzi necessariamente prevedibile. Nelle Alpi Apuane, le quali situate nella estremità più settentrionale della penisola propriamente detta fanno il paio colle Alpi calabresi situate nell'estremità meridionale, si trovano nelle valli del Frigido e della Serravezza delle rocce che dopo quelle di Calabria sono delle più antiche della penisola. Queste però consistono in filladi qualche volta carboniose, in schisti ottrelitici, in quarziti, talcoschisti, cloroschisti e *gneiss* ben poco cristallini i quali non hanno che fare coi micaschisti e colle altre rocce dell' Aspromonte; ma ne sono infatti ben più recenti, poichè non arrivano a quanto pare alle epoche più antiche del Paleozoico. Questo cenno di paragone fra i caratteri litologici delle rocce delle Alpi Apuane e della Calabria mostrerà una volta di più, suppongo, come non fosse affatto giustificato il collocamento delle rocce delle Alpi Apuane nel Laurenziano. I graniti cloritici poi e le serpentine della Liguria, dell' Emilia, della Toscana e della Romagna, che alcuni, fondati soltanto sull'analogia mineralogica, ritengono coetanei alle serpentine ed ai graniti più antichi, sono invece regolarmente racchiusi entro rocce che appartengono all' eocene superiore [1].

Fuori del continente in molte delle isole circostanti v'hanno rocce comparabili a quelle delle Calabrie. Ed anzitutto ne troviamo nei monti Peloritani in Sicilia,

[1] Dopo il 1880 la mia opinione sull'età eocenica delle serpentine e rocce affini dell'Apennino settentrionale venne omai universalmente accettata.

contigui all'Aspromonte, dal quale li separa solamente lo stretto di Messina. Si estendono ad occidente dello Stretto, lungo la costa settentrionale dell' isola, ed insieme coi monti calabresi limitano come in una grande conca quel tratto di mare nel quale sorgono i vulcani attivi e spenti delle Lipari. I monti Peloritani sono formati da una piegatura parallela a quella dell'Aspromonte, costituita da identica serie di rocce e forse in continuazione della piegatura del Capo Vaticano. Il Seguenza ed il Foti ([1]) ne fecero già una descrizione, ed io ne vidi alcuni tratti non però de' più antichi. Oltre ai *gneiss* inferiori vi si trovano i micaschisti ed alcune altre rocce della zona cristallina superiore la quale poi è coperta da terreni identici a quelli di Calabria appartenenti al Paleozoico e da una serie di rocce secondarie più completa assai che non sia nell'Aspromonte. Il Doelter cita pure de' micaschisti eruttati dagli estinti vulcani delle isole Ponzie e delle rocce cristalline che secondo lui sarebbero allo scoperto nell' isola di Zannone ([2]): io però ho veduto una collezione di quelle medesime rocce fatta dal Pilla, e tutte hanno l'aspetto, quando non sieno alterate dalla lava, di quelle rocce che nell'Apennino fanno parte dell' Eocene o della Creta: mi pare dunque sia da escludersi quest'ultima supposizione del Doelter. La Sardegna è almeno per metà costituita da rocce cristalline aventi analogia come ho già detto con quelle della Calabria. La Corsica poi ne è formata quasi per intiero, e mentre la metà a sud-ovest è costituita da graniti e da *gneiss* antichi, l'altra parte, salvo piccoli lembi di terreni secondari e terziari, è formata in gran parte da rocce analoghe a quelle della zona cristallina superiore delle Calabrie e delle Alpi occidentali. Cotali rocce erano da molto tempo attribuite all' epoca cretacea, ma io pel primo cercai mostrare che nel loro insieme non potevano essere più recenti del Trias ([3]). Lo studio ulteriore delle rocce antiche di quest' isola avrà importanza grandissima, perchè servirà a conoscere i rapporti fra le rocce cristalline antiche delle Alpi e delle Calabrie, e le rocce più recenti, benchè pur antiche, delle Alpi Apuane, delle isole toscane e dei monti della così detta Catena metallifera; nella Corsica infatti sembra che tutte queste varie zone sieno per largo tratto rappresentate. Fuori dei luoghi mentovati per trovare altre rocce cristalline bisogna uscire d'Italia, ma io non ne passerò i confini. Non terminerò per altro senza ricordare che eziandio fuori d' Italia quasi dovunque sembra verificarsi la divisione delle rocce cristalline in due zone; cioè in una zona superiore delle dioriti, delle anfiboliti, dei micaschisti, o in generale degli schisti cristallini, ed in una zona inferiore di *gneiss* e di graniti.

([1]) L. Molino Foti, *Succinta descrizione della geologia di Barcellona e territori circostanti* (Atti Soc. it. sc. nat. XII, 1879).

([2]) C. Doelter, *Il gruppo vulcanico delle isole Ponza* (Mem. Com. geol. III, 1876).

([3]) C. De Stefani. *Dell'epoca geologica dei marmi dell'Italia centrale* (Boll. Com. geol. 1875) p. 13.

CAPITOLO VI.

Schisti carboniosi.

§ 1. *Disposizione delle rocce.*

Le rocce di questo gruppo si potrebbero dividere in due serie; una inferiore nella quale predominano gli schisti cloritici e gli schisti damouritici detti dal Rath sericitici, ed una superiore nella quale predominano schisti abbondantemente carboniosi: siccome però tali rocce sono strettamente connesse ed anche alternanti fra loro così non le distinguerò nella descrizione che ne faccio. Il loro insieme si estende soltanto nella porzione orientale dell' elissoide principale. Cominciano a mezzogiorno della fiumara di Vallanidi, e con grande estensione di strati pendenti per lo più a sud-ovest, o a sud da Fossato a Staiti, formano tra i due mari tutta la porzione più meridionale dell'Aspromonte, quindi della penisola italiana, comprendendo tutti i territorî popolati dai greci di San Lorenzo, Roghudi, Roccaforte, Bova, Condofuri, Amendolea, ed i contorni di Africo, Bagaladi, Fossato con tutte le vallate di Palizzi, di Staiti, del Molaro, dell'Amendolea, di Sideroni ecc. In quella porzione più meridionale giungono al mare per brevissimo spazio, alla marina di Bova a levante della fiumara Sideroni, dove non è traccia di *gneiss* come dubitò il Rath (1873, p. 197), nè di granito come ritennero Burgerstein e Noë (1880) ed ove formano un lembo isolato di terreni terziarî, e poco più ad oriente, per uno spazio un poco maggiore, intorno alla marina di Palizzi a levante della fiumara di S. Pasquale fin poco a ponente della Punta di Palizzi a Torre Mozza. In quest'ultimo luogo predominano gli schisti cloritici, e solo per equivoco il Seguenza (1877, *Form. terz.*) vi indicò *gneiss*. Parimente per equivoco vi accennò il Rath granito tonalitico (1873, p. 196) nel descrivere alcuni esemplari di roccia visti da lui nell' Università di Napoli e raccolti dal Pilla che però nella sua breve nota (1837, n. 65) aveva dichiarato erratica la roccia di Palizzi la quale infatti si trova nei conglomerati miocenici. Similmente, sulla fede di rocce vedute nella collezione suddetta, il Rath indica a Condofuri un granito prendendo per tale, ritengo, qualche pezzo de' filoni con Albite bianca, « quarzo ceruleo e cristalli icositetraedrici di granato nero » (p. 196) che si trovano nei cloroschisti. Non più esatta è la indicazione di *Jejunio-Granit* fatta in quei luoghi da Burgerstein e Noë (1880).

Qualche minimo lembo dei suddetti terreni apparisce intorno alla massa principale in mezzo ai terreni terziarî per es. intorno a Fossato e lungo la Fiumara di Lazzàro.

Ricominciano poi a settentrione, a non molta distanza dal litorale jonio, dopo una interruzione nei monti di Platì dove l'Aspromonte ha la sua minima larghezza, e si estendono fino ai monti di Stilo comprendendo parte dei territorî di Cànolo, Agnana, Antonimina, e specialmento i poggi di Màmmola, Grotterìa, Gioiosa, Caulonia, fino a Pazzano e Bivongi. Qualche rarissimo lembo apparisce isolato nel mezzo,

ai terreni terziarî circostanti, per es. sulla sinistra del Tùrbolo nella contrada Bruchi sotto Mammola, ed altrove.

In molti luoghi queste rocce, come quelle descritte nei capitoli antecedenti, sono rovesciate generalmente, o per lo più parzialmente, come nei dintorni di Gerace e di Mammola (fig. 4, 5); e la loro pendenza invece di essere, come dovrebbe, verso il mare Jonio è contraria a questo e scende verso il Tirreno. Di questo rovesciamento parziale seguitano forse le tracce anche al di fuori de'monti di Antonimina e Canolo nei quali esso raggiunge la massima estensione, giacchè anco nel piccolo lembo schistoso che isolato da gran tratto di terreni terziarî rimane sotto Mammola sulla sinistra del Turbolo, gli strati pendono a nord-nord-ovest, la qual cosa non è regolare e sembra dovuta per lo meno ad un rovesciamento locale. Però nei monti di Gerace e Mammola nei lembi più esteriori predomina la pendenza regolare; per es. intorno ad Agnana e Canolo gli strati pendono, come devono, a sud o sud sud-est e fin nel M. Francischella sopra Gerace, e nei dintorni pendono ancora a sud, ed al Passo della Rocca ad est-sud-est. Ma ivi comincia subito l'inversione e la pendenza verso ovest la quale continua in tutta la zona degli schisti cristallini e de' *gneiss* fin quasi alla Piana verso il Tirreno.

Del resto anche in varî altri luoghi, per es. a S. Lorenzo, Bagaladi, Ghorio, gli strati sono qua e là verticali, ma per tratti non estesi, e la loro pendenza si cambia per effetto di parziali contorsioni, dirigendosi a nord, nord-est, nord-ovest, ecc.

Benchè poi queste rocce sembrino quasi sempre riposare concordanti sui micaschisti e sulle dioriti del piano antecedente pure in qualche luogo, per esempio intorno al S. Jejunio ed al Campanaro, esse stanno sul *gneiss* in piccoli lembi evidentemente discordanti e senza l'intermezzo degli schisti cristallini. Questo fatto può mostrare la non piccola differenza d'età che intercede fra una roccia e l'altra, o può anche derivare da movimenti posteriori alla sedimentazione delle due rocce.

§ 2. *Descrizione litologica.*

Le rocce della zona di cui ora si parla sono tutte evidentemente stratificate. Gli schisti cloritici sono di colore verde-chiaro o verde-scuro e sovente molto compatti, lucenti, spesse volte quarzosi, nel qual caso rassomigliano a *grauwake* cloritiche: sono composti da Quarzo, Clorite verde lucente in piccolissime laminette, e Damourite bianca o grigio chiara.

Gli schisti damouritici o damouritoschisti sono bianchi e leggermente cerulei, lucenti essi pure e pur essi a volte quarzosi: li compone una mica in laminette tenuissime bianco-argentine e leggermente cerulee che non è affatto una tipica sericite, ma risponde invece assai più alla Damourite la quale secondo i recenti studî dello Tschermak è una varietà della muscovite. Oltre la Damourite vi sono sempre alcune laminette di Clorite lucente, di colore verde-erba. Quasi sempre poi è diffuso nello schisto un minerale nerastro, in piccolissimi cristalli, simile all' Ottrelite, e talora vi è un altro minerale verde simile a Staurotide. Diffusi porfiricamente come l'Ottrelite si trovano frequentemente a Bagaladi e altrove dei cristalli grossi come un grano di miglio di Almandino rossastro, e più comuni ancora sono dei fasci di Distene lunghi 0,05 mill. raggianti, scuri.

Gli schisti contengono pure frequentemente filoni di Quarzo grasso e Ripidolite con feldspato, per lo più Albite, e con minuti cristalli di Almandino.

Le rocce cloritiche e sericitiche ora accennate abbondano nei monti di Fossato, Bagaladi, S. Lorenzo, Roccaforte, Bova, Palizzi, Staiti, Agnana, Canolo, ed in poche parole per tutto. Nel loro aspetto generale rassomigliano molto agli schisti damouritici triassici delle Alpi Apuane; però tutte le altre rocce che accompagnano questi ultimi sono affatto diverse dalle altre della Calabria di cui ora parlo.

A volte, per es. nei monti sopra Gerace, alternano con le altre rocce delle quarziti verdastre contenenti un poco di feldspato.

Nella serie superiore di questa zona sono molto estesi gli schisti argillosi neri spesso ricchi di nodi e di filoni quarzosi intorno ai quali è quasi sempre accumulata una certa quantità di clorite verde simile a Ripidolite, con qualche traccia di Albite o di altro feldspato. A volte la Clorite in cristalli distinti, ed il feldspato in quantità con tracce d'ossido di ferro sono sparsi dentro il Quarzo. Lo schisto argilloso ardesiaco forma degli strati sottili ben distinti, spesso coperti da innumerevoli traccie di sgusciamenti. Essi sono teneri al tatto, facilmente si sfaldano, e se toccati lasciano delle tracce nere, perchè sono abbondantemente forniti di sostanza carboniosa simile alle volte a certe antraciti impure, ma per solito rispondente a vera grafite. Non faccio nome dei luoghi nei quali si trovano questi schisti carboniferi perchè vengono a giorno per tutto. Alternano con tali schisti dei calcari impuri, talora magnesiaci, spesso schistosi, verdognoli, o cerulei, o quasi neri, frequentemente con granelli di Pirite, in strati alti anco qualche metro: essi formano, non degli strati continui per lungo tratto, ma dei banchi più o meno estesi, e se ne trovano presso S. Lorenzo nel Monte di Briga, sopra Bagaladi [1] sopra Roccaforte, presso Africo, a Grotteria ed altrove.

§ 3. *Filoni metalliferi ed acque minerali.*

I giacimenti metalliferi della Calabria sono, quasi senza eccezioni, rinchiusi in queste rocce, nelle quali sono qua e là abbondantemente diffusi, sebbene non sempre in quantità tali da meritare le spese di uno scavo. I filoni, che qualche volta secondano l'andamento degli strati, qualche volta li traversano con vario angolo, hanno per matrice il Quarzo, od anche la Baritina saccaroide o lamellare, che forma vene grosse parecchi decimetri. Si potrebbero distinguere questi filoni in tre varietà, tenendo conto dei minerali che vi predominano e che formano spesso dei giacimenti contigui senza però mai confondersi e riunirsi. Sono cioè filoni di solfuro di piombo, di solfoantimoniuro di ferro e di arseniuro di ferro. I filoni nei quali predomina il solfuro di piombo, o Galena spesso argentifera, sono i più numerosi e i più diffusi; la ganga è quarzosa o baritica, qualche volta pure spatica: il minerale traversa tanto gli schisti che i calcari, come avviene presso Grotteria, e lo accompagnano numerosi altri solfuri, come la Blenda, la Calcopirite, la Pirite di ferro gialla, e la Pirite

[1] Il Mantovani (*Brevi note geol. Cal. mer.* 1881, P. 8, 35) dice che in una dolomite saccaroide bianca e gialliccia lungo la salita di Bagaladi ai piani di S. Angelo trovò parti 56,400 di carbonato di calcio, 37,923 di carbonato di magnesio, 3,556 di ossido ferrico ed allumina, 0,160 di materie insolubili in H. Cl, e 0,120 di acqua.

bianca, come pure il carbonato di ferro (Siderose) e la Dolomite. Dall' alterazione di questi minerali e dalla reazione reciproca dei loro elementi derivano, come di solito, delle vene e delle piccole concrezioni di Malachite e di Azzurrite, delle velature di ossido di ferro, delle efflorescenze di carbonato di soda e di solfato di ferro, e dei cristallini di solfato di calce. Giacimenti consimili si trovano nella contrada Regali fra la Motta e Montebello dove nel 1756 fu scavata una galleria per la ricerca della galena argentifera che si trova in mosche entro banchi di quarzo latteo friabile, sotto la cappella dell'Assunta presso S. Lorenzo (venule di calcopirite nel quarzo), lungo la valle Camatura sopra Montebello (filone di galena diretta a nord 75 est, pendente 10° a nord), a Canavare sotto S. Angelo Vallatucci (calcopirite e pirite in un banco quarzoso, che si sono scavate per un certo tempo), nella contrada Janni presso Montebello (blenda, pirite, galena nel quarzo che vi fu scavata 5 o 6 anni sono), a Bagaladi nel luogo detto Grana ed in contrada Cerasio nei monti di S. Lorenzo dove in uno schisto calcareo, pendente secondo Paillette (1842) di 45° verso nord, è un giacimento irrregolare di blenda, galena e calcopirite, nel territorio di Precacore alle falde del M. Zefirio presso al Sagro (galena e pirite), a Canolo nelle falde orientali dell'Esope (calcopirite), e altrove. Presso Grotteria e Mammola nel Vallone Vecchio in un calcare schistoso diretto pur secondo Paillette da est ad ovest è un giacimento di Galena e Calcopirite che fu anticamente scavato finchè le gallerie non rovinarono, dicesi, per via dei terremoti, e nel torrente Nebra negli schisti damouritici sono tre banchi calcarei con Blenda e Galena. Miniere simili sono a Caulonia, a Bivongi dove scavavano calcopirite, galena e blenda con pirite, come nella parte superiore della Valle dell'Assi dove si scavava la galena che era accompagnata pur dal panabase.

Filoni di solfoantimoniuro di ferro o Berthierite si trovano nei monti di Agnana e di Canolo negli schisti carboniosi o negli schisti bianco-verdastri che vi alternano. Tempo addietro era aperta una scavazione di questo minerale dal sig. Tripodi e da un socio nel vallone d'Antri presso Agnana, unica miniera che fosse aperta nella Calabria meridionale quando v'andai. Gentilmente accompagnato dai proprietarî e scopritori del minerale, mi recai a visitare i lavori che erano cominciati da poco tempo: tre o quattro gallerie di pochi metri condotte in varî punti senza criterî avevano già intaccato il minerale il quale si presentava in quattro filoni regolari distanti pochi metri uno dall'altro, paralleli e diretti a est 15 nord che tagliavano proprio perpendicolarmente gli strati pendenti là verso sud-sud-est. Qualche piccolo nido di minerale si presentava in direzione perpendicolare a quei filoni. La matrice è unicamente quarzosa, e qualche volta in modo secondario vi si presenta il solfato di calce in cristallini derivato senza dubbio dopo l'alterazione del solfo antimoniuro. Il solfoantimoniuro di ferro alterato qualche volta da tenuissime velature di ossisolfuro d'antimonio, si presenta in nidi ed aghi scompleti nel Quarzo; soltanto nel filone superiore il minerale si presenta compatto ed in massa piuttosto ragguardevole nelle cui fessure si trovano dei cristallini isolati (¹): qualche altra vena giace sepolta dalle frane nel letto del torrentello. I filoni, benchè continui, pur, come

(¹) Sarebbe utile lo studio di questi cristalli, apparentemente clinoedrici.

sempre accade, ora s'ingrossano ora si restringono senza mantenere sempre una medesima ricchezza. Pur vista la regolarità del loro parallelismo si può sperare che se ne abbia a trarre utile partito. Il filone più ricco per ora scoperto aveva uno spessore variabile da 18 a 32 centimetri. Io consigliai lo scavo di una galleria di ricerca perpendicolare alla direzione dei filoni, la quale avrebbe dovuto traversarli tutti e scoprirne forse dei nuovi; ma non so poi come la cosa sia andata a finire.

Il solfoarseniuro di ferro (Leucopirite) e specialmente l'arseniuro di ferro (Mispikel) formano grossi filoni in un matrice di Baritina presso Canolo e presso Agnana, anche alquanto sopra la scavazione della Berthierite, con direzione però affatto diversa dai filoni di questa, essendo essi allineati da sud-ovest a sud-est. Il minerale è compatto, ma spesso anche in bei cristalli, e presentandosi con qualche regolarità in masse non piccole, potrà, credo, essere utilmente scavato.

Molte volte i filoni sono privi di metalli (Bagaladi, Bova, Agnana, Bivongi, Condofuri, nella Baronia scendendo l'Alice, S. Lorenzo sotto la Cappella dell' Assunta dove fu perfino scavata una galleria), e rimangono formati di puro Quarzo, accompagnato spesso da Ripidolite, Albite, Calcite, e da qualche cristallo di Almandino (Bagaladi, Fossato, S. Lorenzo, ecc.). Qualche volta l'albite alterandosi produce del caolino (campi di Bova) detto in volgare *Ralino*. Nei dintorni delle miniere di ferro di Bivongi e Pazzano quando lo schisto è traversato da frequenti vene di quarzo vien detto *Servino*, nome applicato forse da qualche antico minatore venuto di Valtrompia. Sono pure frequenti dei filoni di pura Baritina (Antonimina ed altrove).

Ai minerali finora descritti si può aggiungere la Selenite che forma delle concrezioni, delle piccole masse, e dei cristallini sciolti nello schisto argilloso nero ricco di pirite, dove esso è a contatto coi calcari d'epoche più recenti come accade al Capo di Bova (fig. 23). La reazione per cui si forma quel solfato di calce è manifesta: il carbonato di calce sciolto dalle acque, che penetra nello schisto, al contatto del solfuro di ferro già alterato in solfato si scompone; e si forma per una parte solfato di calce, e per l'altra ossido di ferro, rimanendo libero e sciolto nelle acque l' acido carbonico. Per effetto di reazioni analoghe si formano quasi per tutto su questi schisti delle concrezioni di carbonato di soda o di solfati diversi di allumina e di ferro, per es. in quantità in Amusa presso S. Lorenzo; e molte volte le acque che traversano la roccia disciolgono questi prodotti di reazioni chimiche avvenute nell'interno ed escono fuori mineralizzate. Sorgenti simili, fredde però, si trovano uscire dagli schisti neri, presso Bagaladi sulla sinistra del torrente Pristico, dove sono molto ricche di solfato di allumina talchè incrostano i ciottoli d'una materia bianca cotonosa, ed in altri luoghi. Alcune sorgenti solfuree ferruginose sgorgano anche nel comune di Palizzi nella contrada detta Angria o Giandera, e nel luogo detto la Vecchia mezzo miglio ad oriente del capoluogo.

§ 4. *Miniere di ferro e ferriere.*

L'ossido di ferro per lo più idrato (Limonite), si trova pure frequente in questa zona, ma piuttosto che filoni forma dei banchi i quali seguono l'andamento degli strati.

Se ne trova nel monte di S. Angelo sopra Bagaladi, e n'era scavato nel secolo passato. V'è pure ossido di ferro nei monti di Canolo e più su di Roccaforte, al

dire del Pilla (1843) « sopra un burrone dirupatissimo, e lordo sulla superficie da cloriti e piriti di ferro, ma nell'interno puro e granelloso, comparabile al ferro dell'Elba. Il buono mostrasi poco allo scoperto, e rimane sepolto in mezzo a tritumi di una roccia feldspatica e granitica in iscomposizione ».

Però le miniere più estese e più ricche, ora abbandonate e vendute alla Banca nazionale toscana, sono nel monte di Stilo, a Pazzano e Bivongi, dove si aprono nella parte superiore dello schisto, che è frequentemente molto scontorto, a contatto col calcare a grandi nummuliti eocenico (fig. 2). La limonite si presenta col suo solito colore giallastro, terrosa e cavernosa, in una massa estesa circa tre chilometri ed alta parecchi metri, che si dirige secondo la stratificazione, a sud-est con pendenza di circa 45°: essa invade talora anche il calcare sovrastante. Anche quell' ossido di ferro, come nelle ricche miniere aperte in Toscana, nel Campigliese, nelle Alpi Apuane e segnatamente all'Elba, fu probabilmente formato per via sedimentaria, ed è forse in qualche rapporto colla formazione dei sedimenti carboniosi che nelle Calabrie, come in tanti altri luoghi, lo accompagnano.

La superficialità dei depositi, la permeabilità del terreno che li racchiude, la presenza del calcare, il quale in specie nei punti di contatto collo schisto, dal quale è nettamente staccato, lascia facile adito alle acque, spiegano come il minerale ferreo sia interamente limonitico. Il circolare delle acque portando via il carbonato di calce, e sciogliendo per effetto di qualche reazione l'ossido di ferro, ha spesso condotto questo a riempire i vuoti lasciati dal primo per modo che in qualche luogo il minerale è strettamente connesso e cementato col calcare.

Nella miniera antica si vedono aperte almeno quattro gallerie di cui una di scolo.

Una miniera d'oligisto lavorata per qualche tempo ed abbandonata dieci anni sono si trova pur nella valle dell'Assi in luogo detto Foresta.

Attesa l'importanza grande dell'argomento non sia discaro che io riproduca quanto disse il Grimaldi intorno alla storia delle ferriere nella Calabria meridionale ([1]).

« Ferriere parecchie ve n'erano una volta nel regno, ma le privative del governo, poscia cedute a' creditori dello Stato, i privilegi, gli *arrendamenti* e gli abusi de'venditori gabellieri ed *arrendatori* ne produssero la decadenza. Dappoi abolite dal re Ferdinando le privative, ed imposto dallo stesso un dazio sulla immissione del ferro estero, cominciarono a risorgere, e quindi mediante il blocco continentale crebbero in prosperità ...

« In Calabria da remota epoca furono scoverte e cavate miniere di ferro. Infatti in un diploma del 1094 troviamo che fra l'altro si donava al famoso monastero di S. Stefano del Bosco il dritto di cavar di tali miniere (Tromby, *Storia critico-cronologica del Patriarca S. Bruno, e del suo ordine*, t. II, App. p. LXXIII)..., Regnando gli Angioini due ferriere erano nella Calabria, l'una nel comune di Mese (oggi Mesiano) che veniva mossa dalle acque del fiume Mèsima e nel XVI secolo non più esisteva; e l'altra nelle montagne di Stilo e pria in quelle di Castelvetere (oggi Caulonia). Ignorasi l'epoca in cui furon costrutte, ma è certo che nella prima a' tempi di Carlo I d'Angiò vi si fondeano 1200 cantara di minerale proveniente dall'isola d'Elba (Bianchini, *Disc. sulle ferriere*) ...

([1]) L. Grimaldi, *Studi statistici sull'ind. agr. e man.* 1845, p. 65-70.

« La seconda, di proprietà del monastero di S. Stefano del Bosco, fondea il minerale esistente nelle montagne di Pazzano, ed era forse la stessa in cui veniva fuso il minerale di cui si fa motto nel summentovato diploma del 1094 che supponghiamo essere il medesimo che cavasi in Pazzano. Era tal ferriera al certo in attività nel 1313 poichè in tale anno fu dal governo ordinato che non avesse il monastero a soffrire molestia nel cavare la *vena ferrea e fonderne il ferro*, e che *quando tal lavoro fosse fatto a spese del monastero*, *niun dazio pagar si dovesse al governo; ed all'opposto quando si affittassero le fucine a' mercadanti*, *fossero questi tenuti oltre del fitto al monastero*, *pagare al governo once tre l' anno* (Bianchini, loc. cit.).

« Nel 1523 eranvi nelle Calabrie le ferriere di Campoli, Castelvetere, Stilo, Spadola ed altre, le quali tutte nel dì 30 maggio 1523 e 10 dicembre dell' anno appresso furon date da Carlo V in ricompensa di prestati servigi a Cesare Fieramosca, fratello di quell' Ettore sostenitore della gloria militare italiana ne' campi di Quarata. E poichè forse il Fieramosca incontrò degli ostacoli nell' esecuzione, li 31 agosto l'imperatore comandò che subito si mettesse in possesso. Per poco però le ferriere a lui rimasero, poichè quella di Stilo in dicembre 1527, se ne ignora il come, al demanio era passata (Tromby, op. cit. t. X, p. 44). In tal epoca il monastero di S. Stefano godeva il dritto di aver pagati annui ducati cento in compenso delle acque del fiume Ancinale di sua proprietà che si fittavano per la manovra della ferriera, e li 5 dicembre del 1527 fu dal governo mantenuto nel possesso di tal dritto, e venne ordinata la soddisfazione dell'annuo pagamento che si era ritardato.

« Lasciando da parte le altre ferriere di cui ignoto n'è il destino, quella di Stilo . . . era in attività nel 1526 quando venne in Calabria il frate bolognese Leandro Alberti, il quale scrisse che si avea molto ferro dalle miniere di Pazzano (Alberti, *Descrizione di tutta l'Italia*, p. 193). Lo era pure all'epoca del Barrio che stampò nel 1571; del Marafioti che pubblicò la prima edizione della sua opera (*Cronache ed antichità di Calabria*) nel 1595 e la seconda nel 1601; del Campanella morto nel 1639; nel 1648 in cui si spendeano ducati 6343 e vi si fondea quasi unicamente ferro crudo per l'artiglieria (Bianchini, *Disc.* cit.); e finalmente durante la vita del P. Fiore, che morì nel 1683.

« Posteriormente i lavori, non si conosce con precisione in qual' epoca e per qual causa, furon sospesi: nel 1754 vennero ripristinati, e si formarono adatte fabbriche per fondere il minerale colà esistente; ma per difetto di carbone o per altre circostanze, il lavoro non essendo riuscito profittevole, nel 1768 fu la ferriera trasferita nelle montagne di Mongiana (Galanti, *Descrizione delle Sicilie*, vol. II, p. 244 e 245) villaggio unito al comune di Fabrizia . . . distante dal Tirreno e precisamente dalla marina del Pizzo miglia 18, nel locale dove si trova attualmente, una volta appartenente al principe di Roccella. Folti erano i boschi nel novello sito lontano 12 miglia dall' antico che prese il nome di *ferriere vecchie*, ove nel 1834 in mezzo a' vasti boschi di Prateria e di Stilo, dal re Ferdinando fu stabilita un' altra ferriera che dal suo nome appellata venne *Ferdinandea*.

« La novella ferriera (di Mongiana) le cui macchine eran mosse dalle acque del fiume Alaro che ha origine nel territorio di Fabrizia ed è formato da molti ruscelli che si uniscono sotto il villaggio Nardo di Pace, fu sempre in attività,

menocchè negli anni 1733 e 1784 . . . Crebbe LA PRODUZIONE nel 1792 per le sopraggiunte guerre.

« Nel 1797 reduci gli egregi Savarese, Tondi, Melograni e Ramondini dalle diverse regioni ov'erano stati dal governo inviati onde perfezionarsi ne'geologici studî... mandati furono a visitare le ferriche miniere di Stilo e le fonderie di Mongiana. Ebbero incarico di osservare e perfezionare tutto, di esaminare minutamente le miniere, trovarne delle nuove, e stabilire altre ferriere ne' siti dove eravi opportunità di boschi e di acque. Ed in fatti quelle miniere dallo stato di decadenza in cui erano, furon tolte e migliorate; apprironsi nuovi cunicoli e con essi comunicazione col filone di ferro, che ne formava il tronco principale: ed uno scavo più regolare e metodico ordinarono . . . ma i miglioramenti sarebbero stati maggiori se le vicende dell'ultimo anno del precedente secolo non avessero fatto allontanare quei dotti che non senza pericolo potettero in Napoli tornare. Cadde quindi lo stabilimento di Mongiana, quantunque assai fecero per rianimarlo il Ramondini che nel 1801 vi ritornò, ed il Savarese che fu suo compagno, e nella qualità di direttore vi rimase fino ad ottobre 1807.

« SOTTO il primo de' Napoleonidi . . . con decreto de' 26 novembre 1807 la ferriera dalla dipendenza del ministero delle finanze passò a quella dell' altro della guerra, essendo unicamente e specialmente addetta alla fabbrica de' proiettili, mitraglie e ferro per uso dell'artiglieria . . . Il capo battaglione di artiglieria Ritucci fu proposto nel 1808 alla direzione della Mongiana, ove ordinò le cose in modo conveniente, e da volgere in meglio la sua destinazione. Còn decreto de' 12 settembre 1810 segnato da Gioacchino, destinata venne una commissione composta dal Ritucci, da un mineralogista, da un ingegnere di ponti e strade e da un perito di boschi e foreste, con l'incarico di esaminare e determinare ove si dovessero trasferire le ferriere di Mongiana, di formare il progetto per la costruzione de' forni di riverbero della fonderia e delle corrispondenti officine da stabilirsi o nella Certosa di S. Stefano del Bosco, o nell'edificio di S. Domenico Soriano o in altro luogo conveniente, non che pel canale da costruirsi onde condurre le acque alle ferriere, e per le strade da aprirsi fra queste le miniere ed il luogo d'imbarco nel Pizzo; di determinare ancora la estensione degli scavi da farsi nelle miniere di Pazzano proporzionatamente ai lavori di ferro da intraprendere ed al legname da tagliare; ed infine di fare il calcolo dell'annuo prodotto e della spesa necessaria per le mentovate opere e per l'annuale mantenimento.

« Ignoriamo il motivo per cui la ferriera volevasi altrove trasferire, ma poi essendosi riconosciuto non esser ciò vantaggioso, rimase alla Mongiana, fu restaurata e migliorata di molto, vi fu costruito un alto forno a riverbero, e progredì sotto la direzione dei colonnelli Carrascosa e Landi. Quest' ultimo . . . nel 1814 ebbe affidata la direzione della Mongiana . . . Ferdinando I. riordinò il personale ».

§ 5. *Epoca geologica.*

Il determinare l'età di questi terreni è cosa non molto facile. Montagna accenna e figura alcune orme che egli dice « frammenti di pinna » (1864-1867, tav. XLVIII, fig. 2) ed « anello cefalico d'un nuovo genere di Trilobite » (Par XLVIII, fig. 1)

trovate negli schisti ardesiaci, carboniosi, e ritiene che questi terreni sieno siluriani mentre attribuisce al Cambriano una parte almeno de' terreni cristallini anteriori. Io non ho compreso il vero significato delle impronte figurate dal Montagna, per cui non posso dare importanza alle medesime più che alla massima parte degli altri fossili figurati dallo stesso autore. Però non vi può esser dubbio sull'antichità non piccola di questi terreni.

Certi caratteri litologici li fanno rassomigliare veramente ai terreni siluriani della Sardegna, mentre d'altra parte vi è pur qualche analogia col terreno carbonifero superiore di Jano in Toscana. Finora, salvo le pretese impronte sopra citate, negli schisti carboniosi e ne' calcari dell'Aspromonte che vi alternano non sono stati scoperti fossili; ma ritengo che qualcuno una volta o l'altra vi s'imbatterà. In certi calcari cerulei cupi della Sila che stanno tosto superiormente agli schisti carboniosi e che nell'Aspromonte non sono stati ancora trovati, il Lovisato scoprì numerose impronte di una conchiglia ch'egli mi fece vedere e che subito mi apparve identica ad una specie del calcare grezzone triassico, sottostante ai marmi del Monte Corchia nelle Alpi Apuane, per cui ritenni che eziandio quei calcari calabresi si dovessero attribuire al Trias. Più tardi quei medesimi resti furono studiati dal Meneghini che riconobbe egli pure la stessa specie dei grezzoni, cioè il *Trochus Songavatii* Stoppani (*Turbo solitarius* Benecke) caratteristico del Trias superiore. In altri resti calabresi avuti dal Lovisato il Canavari conobbe la *Gyroporella triasina* Gümbel, caratteristica del medesimo piano [1]. Per queste ragioni son di parere che le rocce descritte in questo capitolo si possono attribuire in parte al carbonifero, senza escludere che gli strati inferiori possano appartenere al Siluriano come quelli un poco analoghi della Sardegna. Una conferma quasi positiva alla mia supposizione proviene dalla scoperta di felci nei terreni di Rocca Fiorita in Sicilia e specialmente dall'*Amblypterus macropterus* trovato dal Gemmellaro in quelle regioni entro uno schisto nero carbonioso identico a quello calabrese (Seguenza, Atti Soc. it. sc. nat. Riunione in Catania, vol. XII, 1869, p. 460). Quella scoperta mosse pure il Seguenza a porre nel carbonifero le rocce del Messinese identiche a queste delle Calabrie.

Nella parte peninsulare d'Italia, fuori dell'Aspromonte e della Sila, e fatta eccezione delle Alpi, terreni vicini a questi si trovano soltanto in Toscana a Jano nella provincia di Firenze e nella regione più centrale delle Alpi Apuane.

[1] M. Canavari, *Sulla presenza del Trias nell'Appennino centrale* (Atti r. Acc. Lincei, vol. IV, serie 3ª) 1880.

CAPITOLO VII.

Creta media.

§ 1. *Descrizione litologica.*

Cogli schisti ampelitici finiscono i terreni che formano il nucleo e la parte principale dell'Aspromonte, e dopo enorme interruzione compaiono terreni più recenti i quali con strati interamente discordanti cingono gli schisti neri rammentati.

Questa nuova serie di rocce comincia coi terreni della Creta media, i quali formano parecchi piccoli lembi staccati, nelle regioni più basse nel lato orientale del Montalto. Sono essi costituiti da argille galestrine o scagliose, calcaree, scure, per lo più di color caffè o cioccolata, con stratificazione a primo aspetto non molto distinta, e facili a rompersi in minuti frammenti. Vi alternano delle arenarie turchine, compatte, finissime, e qualche volta dei banchi calcarei formati interamente da frammenti e da gusci di piccoli animali appartenenti a varie classi. Nelle argille abbondano sempre delle conchiglie di cui è rimasto sovente il solo nucleo calcare; ma alle volte vi è tutto il guscio trasformato in spato calcare scuro, mentre nell'interno rimane l'argilla: sopra tutto abbondano le *Ostreae*. Codesti fossili rimangono poi accumulati sulla superficie del suolo, mentre le argille sciolte vengono portate via dalle acque, sicchè in breve ora si posson fare di quelli raccolte bellissime.

Nelle argille si trovano pure frequentemente, come è solito in cotali rocce, glebe di Aragonite, formate evidentemente dalla filtrazione delle acque che hanno sciolto il calcare contenuto nella roccia stessa: secondo il Seguenza vi è pure della Baritina.

§ 2. *Disposizione topografica.*

Il lembo più settentrionale di cotali terreni comparisce a Cirella [1] non lungi da Ciminà, nella valle della fiumara Lundri o di Condojanni, donde il Montagna pel primo trasse un *Cidaris* ed un *Ammonites rothomagensis*. Ne sono poi altri due lembi nel Piano di Scrisà o Portella di Falcò, ed intorno la Contrada Guttà (fig. 6) presso la fiumara La Verde.

Altro lembo molto fossilifero comparisce nella Marina di Brancaleone o Contrada S. Giorgio sulla destra del Torrente Artalia, con pendenza generale contro il mare circa verso nord e si estende nei poggetti poco lontani dal mare fin verso la contrada S. Leo. Un bello spaccato degli strati di questo luogo si può vedere sulla destra del Rio Artalia, dove inferiormente sono circa 10 metri di galestro color cioccolata, e sopra circa 3 o 4 metri di fina arenaria turchina, pur essa ricca di fossili specialmente di bivalvi. (fig. 7) [2].

[1] La delimitazione del Cretaceo dl Cirella nell'annessa carta geologica non è ben esatta.

[2] Altri spaccati della Portella di Falcò e dei dintorni di Brancaleone furono pubblicati dal Seguenza (1882).

Un ultimo lembo è indicato dal Seguenza (1866, 1867) nella valle di Vrica e nelle colline circostanti fino al Capo di Bova: quivi però i fossili son rari e chiusi in uno straterello marnoso alto appena due decimetri: io nelle mie ricerche non mi imbattei in esso. È probabile che qualche lembo se ne abbia a trovare nell'avvenire anche in altri luoghi non lontani da quelli ricordati [1].

Tutti questi lembi di terreno cretaceo appariscono a non molta distanza dalla massa centrale formata dalle rocce più antiche, e sono isolati quasi sempre da rocce terziarie, particolarmente da argille galestrine appartenenti all'Eocene od al Miocene medio, colle quali potrebbero qualche volta essere confusi. Gli strati sono ben poco conturbati e spesso quasi orizzontali come quelli delle rocce successive: alla marina di Brancaleone pendono leggermente a Nord.

§ 3. *Discussioni paleontologiche.*

A Bova ed a S. Giorgio nella marina di Brancaleone il Seguenza a più riprese fin dal 1866 e 1867 indicò molti fossili; taluni ne aggiunse il Burgerstein, ed io pure ebbi campo di farvi delle raccolte. Più tardi il Seguenza pubblicò molte specie eziandio d'altri luoghi della provincia [2].

[1] Il Seguenza (1882) indicò poi infatti alcuni fossili della Contrada D'Anconi nel territorio di Bovalino.

[2] Ecco l'elenco di tutti i fossili pubblicati dal Seguenza nel 1882, coll'indicazione di quelli che si trovavano pure nel Cretaceo medio dell'Algeria.

	Bova	Brancaleone	Scrisà	Gutta	Anconi	Algeria
Nautilus triangularis Montf.	. .	+	. .	. .	. .	+
» *brancaleonensis* Seg.	. .	+	. .	. .	. .	. .
» *calabrus* Seg.	. .	+	. .	. .	. .	. .
Acanthoceras Mantelli (Sow.)	. .	+	+	. .	. .	+
» *Gentoni* (Brong.)	. .	. .	+	. .	. .	. .
» *rothomagensis* (Def.)	+	+	. .	. .	. .	+
» *Cunningtoni* (Sharpe)	. .	. .	+	. .	. .	. .
Schloembachia varians (Sow.)	. .	+	. .	. .	. .	+
» *Coupei* (Brong.)	. .	+	+	. .	. .	. .
» *inflata* (Sow.)	. .	+	. .	. .	. .	. .
Turrilites Bergeri (Brong.)	. .	+	. .	. .	. .	. .
» *Gravesianus* D'Orb.	. .	+	. .	. .	. .	+
» *tuberculato-plicatus* Seg.	. .	+	. .	. .	. .	. .
» *Puzosianus* D'Orb.	. .	. .	+	. .	. .	+
» *Scheuchzerianus* Bosc.	. .	+	+	. .	. .	+
Nerinea calabro-sicula Seg.	. .	+	+	. .	. .	. .
Tylostoma gracile Seg.	. .	. .	+	. .	. .	. .
» *propinquum* Seg.	. .	. .	+	. .	. .	. .
» *breve* Seg.	. .	. .	+	. .	. .	. .
Natica eburnoides Seg.	. .	+	. .	. .	. .	. .
Strombus inornatus D'Orb.	. .	+	+	. .	. .	+
» *incertus* (D'Orb.)	. .	+	. .	. .	. .	. .

Per quanto riguarda l'ordine nel quale si trovano questi fossili a Brancaleone dirò che le *Ostreae* e le *Exogyrae* sono in tutti gli strati; un *Turrilites* lo raccolsi nello strato più basso, *Arca*, *Hemiaster*, *Janira*, *Plicatula* ne trovai soltanto superiormente.

Il primo a fare menzione di questi fossili fu il Montagna (1854-1864) che li citò presso Ciminà verso Platì, Ferruzzano e Bruzzano (volendo dire probabilmente

	Bova	Brancaleone	Serisi	Guttà	Arconi	Algeria
Pterocera marginata D'Orb.		+				
» *foveolata* Seg.				+		
Voluta Baylei Coq.		+				
» *elongata* (Sow.).		+				
» *ferruzzanensis* Seg.			+			
» *longispira* Seg.			+			
Coquandia italica Seg.		+	+	+		
Anatina ovata Seg.		+				
» *lucinoides* Seg.			+			
Pholadamya elata Seg.		+				
» *crassesulcata* Seg.		+				
Solen cretaceus Seg.		+				
Mactra Didonis Coq.		+				+
» *Moevusii* Coq.		+				+
» *producta* Seg.		+				
Arcopagia compressa Seg.		+				
Venus plana Sow.		+	+			+
» *arcuata* Seg.		+				
» *Cleopatra* Coq.		+	+			+
» *regularis* Seg.		+				
» *Mauritanica* Coq.		+				+
» *Nail* Coq.			+			+
» *trigona* Seg.		+				
» *Cherbonneaui* Coq.		+				+
» *Dutrugei* Coq.		+				+
» *Reynesii* Coq.		+				+
» *meridionalis* Seg.		+				
» *Calcarae* Seg.		+				
Dosinia Delettrei (Coq.)		+	+			+
» *Forgemolli* (Coq.)		+	+			+
Astarte minima Seg.		+				
» *tenuicostata* Seg.		+				
Crassatella Baudeti Coq.		+	+	+	+	+
» *dubia* Seg.			+			
» *tenoucklensis* Coq.		+				+
Cyprina Picteti (Coq.)		+				+
» *calabra* Seg.		+	+			
» *trapezoidalis* Coq.		+	+			+
» *obliquissima* Seg.		+				
» *dilatata* Seg.			+			
» *elata* Seg.			+			
» *inflata* Seg.			+		+	
» *brancaleonensis* Seg.		+	+			

dei lembi di Cirella, di Scrisà e della marina di Brancaleone, descrivendo e figurando un *Cidaris* (1854, T. I, p. 6) parecchie specie di Ammoniti, fra cui è esattamente determinato l'*A. rothomagensis* (1854, Tav. I, fig. 7, 8) con una *Trigonia* e con alcune forme, descritte come nuove, attribuite da lui ad Inocerami, ma in parte riferibili ad *Ostreae* (tav. XLIX, fig. 29, 30, 31, 32; tav. L, fig. 1, 4, 7, 8, riprodotte dal Montagna

	Bova	Brancaleone	Scrisà	Guttà	Anconi	Algeria
Cypricardia calabra (Seg.)	+	+	+	+	+	..
» *Meneghinii* Seg.	..	+	..	+	..	..
» *Gemmellaroi* Seg.	..	+	+	..	..	..
Opis naviformis Seg.	..	+	..	..	..	..
Isocardia getulina Coq.	..	+	..	..	..	+
» *aquilina* Coq.	..	+	..	..	..	+
» *nebrodensis* Ciof.	..	+	..	..	..	..
Cardium ponderosum Seg.	..	..	+	..	..	..
» *giganteum* Seg.	..	+	..	..	..	..
» *proximum* Seg.	..	+	..	..	..	..
» *Pauli* Coq.	..	+	+	+	+	+
» *Coquandi* Seg.	..	+	+	+	..	..
» *subaequilaterum* Ciof.	..	+	..	..	..	..
» *auressense* Coq.	..	+	+	..	..	+
» *punicum* Coq.	..	+	..	..	..	+
» *Hillanum* Sow.	..	+	+	..	..	+
» *regulare* Coq.	..	+	+	+	+	+
Unicardium Matheroni Coq.	..	..	+	..	..	+
Cardita Forgemolli Coq.	..	+	..	..	..	+
» *acuteradiata* Seg.	..	..	+	+	..	..
» *tetraedra* Seg.	..	..	+	..	..	..
Corbis tevesthensis Coq.	..	+	..	..	..	+
» *globosa* Seg.	..	+	+	..	..	..
Trigonia quatriformis Seg.	..	..	+	..	..	..
» *dedalea* Park.	..	+	..	..	..	..
» *scabra* Lck.	..	+	..	..	..	+
» *distans* Coq.	..	+	+	..	+	+
Nucula Luciae Seg.	..	+	..	..	..	..
Arca Delettrei Coq.	+	+	+	..	..	+
» *elegans* Seg	..	+	+	..	..	..
» *Moutoniana* D'Orb.	..	+	+	..	..	+
» *tevesthensis* Coq.	..	+	+	+	+	+
» *diceras* Seg.	..	+	+	..	+	..
» *obliquissima* Seg.	..	+	+	..	+	..
» *navis* Seg.	..	+	+	..	+	..
» *parallela* Coq.	..	+	+	+	+	+
» *trigona* Seg.	..	+	+	..	+	..
» *vendinnensis* D'Orb.	..	+	+	..	..	..
» *indistincta* Seg.	..	+	..	..	..	..
» *pholadiformis* D'Orb.	..	..	..	+	..	..
Modiola pseudo-fittoni Seg.	..	+	..	..	..	..
Lithodomus ferruzzanensis Seg.	..	..	..	+	..	..
Pinna Galliennei D'Orb.	..	+	..	..	..	..

anche in un lavoro successivo nel 1867). Egli riteneva quel terreno sovrastante agli strati con lignite, da lui detti carboniferi, di Agnana, confondendolo per conseguenza colle argille galestrine mioceniche tanto più recenti, le quali nell'aspetto litologico hanno veramente grande analogia colle argille cretacee di cui parliamo; e mentre gli altri terreni furono da lui inesattamente determinati, questo fin dal 1854 fu giustamente attribuito al Cenomaniano ed all'Aptiano (p. 27).

	Bova	Brancaleone	Serisà	Guttà	Anconi	Algeria
Pinna fragmentaria Seg.	..	+	+	+	..	..
Avicula gravida Coq.	..	+	..	..	..	+
» *atra* Coq.	..	+	..	..	..	+
» *Delettrei* Coq.	..	..	+	..	..	+
Gervillia bicostata Seg.	..	+	+	..	..	..
Lima alternicosta Seg.	..	+	..	..	..	..
Pecten dichotomus Seg.	+	+	+	..	..	..
» *Calcarae* Seg.	..	+	..	..	..	..
» *Desvauxii* Coq.	..	..	+	..	..	+
» *planatus* Seg.	..	..	+	..	..	..
Janira quadricostata (Sow.)	..	+	+	+	+	+
Plicatula paucicostata Seg.	..	+	+	..	..	..
» *auressensis* Coq.	..	+	..	..	..	+
» *Fourneli* Coq.	..	+	+	..	..	+
» *tenuis* Seg.	..	..	+	..	..	..
Ostraea Delettrei Coq.	..	+	+	+	+	+
Exogyra flabellata Goldf.	+	+	+	+	+	+
» *involuta* Seg.	..	+	+	+	..	..
» *haliotidea* (Sow.)	..	+	+	..	..	+
» *canaliculata* (Sow.)	..	+	+	+	..	..
» *conica* (Sow.)	..	+	..	..	..	+
» *africana* (Lck.)	+	+	+	+	+	+
» *oxyntas* (Coq.)	+	+	+	+	+	+
» *Trigeri* (Coq.)	..	..	+	..	..	+
» *olisiponensis* Sharpe.	..	+	+	+	+	+
» *digitata* Gein.	..	+	..	..	..	+
» *ratisbonensis* (Schlot.)	+	+	+	+	..	+
» *Mermeti* Coq.	..	+	+	+	..	+
Gryphaea vesiculosa (Sow.)	+	+	+	+	..	+
» *Baylei* (Guer.)	+	+	+	+	..	+
Alectryonia Syphax (Coq.)	+	+	+	+	+	+
Anomia papyracea D'Orb.	..	+	+	..	..	..
» *papillosa* Seg.	..	+	..	..	..	..
» *ornata* Seg.	..	..	+	..	..	..
Discina fragilis Coq.	..	+	+	..	..	+
Sphaerulites Nicaisei Coq.	..	+	..	..	..	+
Cythere reticulato-squamosa Seg.	..	..	..	..	+	..
Cytheropteron trigonum	..	..	+	..	..	..
Cytherella leopolitana (Reuss.)	..	..	+	..	..	..
Serpula filiformis Sow.	..	+	..	..	..	+
Membranipora normaniana D'Orb. *var. cragona* Seg.	..	+	..	..	..	..
Holectypus serialis Desh.	..	+	..	..	..	+

Nell'anno 1865 il Seguenza annunciava alla Società italiana di scienze naturali residente in Milano che esisteva grande analogia, anzi per molte specie assoluta identità, tra i fossili del Cenomaniano dell'Algeria descritti dal Coquand [1], ed alcuni fossili di Brancaleone e di Bova avuti dall'ingegnere Costantino, e delle Madonie nel Messinese che erano stati descritti in parte come nuovi dal Meneghini il quale aveva poi scritto della loro analogia coi fossili algerini al Seguenza. Questa analogia anzi identità assoluta anche dal punto di vista litologico era stata riconosciuta dal Coquand (1866), e fu fatta meglio risaltare dal Seguenza nei suoi lavori del 1866 e 1867, nei quali descriveva eziandio alcune specie nuove.

Nel 1879 il prof. Pio Mantovani rispondendo ad alcune mie osservazioni intorno alle argille scagliose o galestrine che ritenevo in generale, comprese queste cretacee di Calabria, depositate nei mari a qualche profondità, sollevava questione intorno alla natura litorale o meno dei sedimenti ora studiati. Il Mantovani dice che la fauna loro non è « di quelle caratteristiche delle grandi profondità oceaniche, sibbene composta per la massima parte di grandi ostriche » con « molte altre bivalvi », ed apparisce evidente aver egli l'opinione che questi depositi siano litorali [2].

Solo da poco tempo è scomparsa l'idea molto inesatta che al di là di certe profondità non vivessero nei mari esseri organizzati, e già le osservazioni fatte nei mari odierni sulle faune delle grandi profondità si son cominciate ad applicare allo studio dei fossili. Nondimeno, specialmente per ora, bisogna procedere cautamente nelle induzioni, le quali se cominciano ad essere facili pelle faune dei terreni terziarî, specialmente di quelli superiori che hanno tanta analogia colle faune attuali, sono tuttora difficili pelle faune dei terreni più antichi, a giudicare delle quali con qualche

	Bova	Brancaleone	Scrisà	Guttà	Anconi	Algeria
Epiaster Villei Coq.	. .	+	. .	. .	. .	+
Hemiaster batnensis Coq.	. .	+	. .	+	. .	+
» *ambiguus* Seg.	. .	+	+	. .	. .	. .
» *ovatus* Seg.	. .	+	. .	. .	. .	. .
» *Coquandi* (Seg.)	. .	+	+	. .	+	+
» *africanus* Coq.	. .	+	+	+	. .	+
» *aumalensis* Coq.	. .	+	. .	. .	. .	+
» *globulus* Seg.	. .	+	. .	. .	. .	. .
Cladocora brevis Seg.	. .	+	. .	. .	. .	. .
Cliona perforata Seg.	. .	+	+	. .	. .	. .
Placopsilina vitrea Seg.	. .	+	+	. .	. .	. .
Globigerina cretacea D'Orb. *var. foveolata* Seg.	. .	. .	. .	. .	+	. .
Discorbina plano-convexa Seg.	. .	. .	. .	. .	+	. .
Planorbulina cenomaniana Seg.	. .	+	+	. .	. .	. .
Lituola cenomana (D'Orb.)	. .	+	+	. .	. .	. .

[1] *Géologie et paléontologie de la région sud de la province de Costantine.* Mem. Soc. Emulation de la Provence. T. II. 1862.

[2] Nel 1882 finalmente uscì il grande lavoro del Seguenza su tutti i fossili della Creta media di Calabria e di Sicilia confermando sempre più la loro attribuzione al Cenomaniano ed in parte al Turoniano.

esattezza non si hanno per ora se non delle regole molto generali. Con questo volevo dire che non può ritenersi troppo facile il giudizio intorno alla diversa profondità nella quale si formarono i sedimenti cretacei calabresi. Nondimeno e la natura stessa del deposito ed il carattere della fauna ci possono aiutare. Non è mio proponimento discorrere qui delle argille scagliose, chè di questo parlerò più tardi; ma sembrami fin d'ora poter dire che la natura argillosa dei depositi cretacei suddetti, specialmente della zona inferiore, la mancanza delle sabbie granellose, e della minima traccia di ghiaiette, sebbene i monti sieno ad immediato contatto, stanno piuttosto ad escludere che a provare il carattere di depositi avvenuti entro mari poco profondi. Nè la fauna stessa contraddice a questa conclusione: infatti nella Toscana, entro depositi sabbiosi ed arenacei coetanei a questi argillosi della Calabria, si trovano abbondantissime laminarie, ed impronte di anellidi e d'altri simili animali i quali insieme colla natura della roccia attestano piuttosto il carattere litorale del sedimento, mentre di questa fauna non è traccia nella Calabria. Quanto poi alle grandi ostriche ed alle molte altre bivalvi che secondo il Mantovani avrebbero a provare la natura litoranea del deposito, io non avrei che a ricordare come cotali grandi ostriche ed altre bivalvi non siano punto caratteristiche dei sedimenti litorali de' mari odierni. La vivente *Ostrea edulis* L., che ha qualche analogia con talune *Ostreae* cretacee, abita oltrechè presso il litorale, anche nella cosidetta zona delle laminarie; l' *O. cochlear* Poli, non è affatto litorale ed abita anche in zone molto profonde tanto nel Mediterraneo quanto nell'Atlantico. Delle altre bivalvi poi, anche di non piccole dimensioni, che abitano nelle zone più profonde, infinito è il numero, e se qualcheduna ne citassi parrebbe quasi che io mettessi in dubbio questo fatto abbastanza conosciuto. Io non intendo sostenere che le argille cretacee di Calabria sieno depositate a « grandi profondità » quando a queste parole si voglia dare un significato estremo, come non fu e non è mio intendimento applicare quella frase in un significato estremo alle altre argille galestrine; però dall'insieme delle circostanze che ho esaminato mi pare si possa dedurre con ragione che i terreni cretacei calabresi si depositarono forse intorno a monti cristallini sollevati sul fondo del mare, ma non emersi, e circondati da acque profonde a lontananza abbastanza notevole da spiaggie emerse.

Depositi identici a questi calabresi sono quelli sopra accennati della Sicilia e dell'Algeria, nei quali l'identità della roccia è pari all'identità dei fossili. Ma una fauna cretacea identica, quantunque in rocce un poco differenti, si estende assai oltre ai limiti delle indicate regioni, nel Portogallo, nella Spagna, dal Libano all'Hadramaut (Conrad, Fraas, Lartet), dall'India (Carter) al deserto Libico ed al Fezzan (Overweg). Caratteri alquanto differenti hanno i depositi contemporanei dell'Europa centrale e settentrionale.

Nel rimanente della penisola italiana fuori della Calabria meridionale e salvo forse qualche nuovo lembo che si troverà nel mezzogiorno, il piano Cenomaniano e Senoniano è rappresentato quà e colà dalla così detta Pietra forte, simile all'arenaria coetanea del Viennese e di alcune regioni della Francia centrale, e come questa abbondantemente calcarifera.

Questi due differenti aspetti del terreno cretaceo crederei appunto si debbano attribuire a ciò che nell'Italia settentrionale prevalevano in quell'epoca i sedimenti

prossimi ai litorali ed ai bassi fondi, come lo dimostrano pure in parte i fossili che vi si trovano, mentre nell'Italia meridionale, tutto intorno al Mediterraneo ed in altre regioni a mezzogiorno, la maggiore profondità del mare era cagione che si formassero sedimenti diversi.

CAPITOLO VIII.

Eocene medio.

Terreni delle pendici jonie.

---

§ 1. *Descrizione topografica e litologica.*

Le lacune nella serie dei terreni continuano dalla Creta superiore al Miocene inferiore.

L'Eocene è rappresentato da lembi frequenti, ma frastagliati, interrotti, e quasi sempre di piccola estensione.

La più comune delle rocce di quell'epoca è il calcare che forma parecchi lembi di varia grandezza, ma soltanto dalla parte dell'Jonio, e che in paese vien detto *pietra morta*, per contrasto a' *gneiss* ed agli schisti che portano il nome di *pietra viva.*

Il lembo più settentrionale comincia un poco sulla sinistra dello Stilaro, di fianco al Monte Consolino, e continua senza interruzione verso mezzogiorno in questo medesimo monte, quindi nel Monte Stella (fig. 2) ed in parte del Monte Gallo e del Monte Gardone fino alla sinistra dell'Allaro presso Caulonia. Il calcare mentovato si estende così per una lunghezza di 15 chilometri, con una larghezza massima di 2,000 metri.

Un altro lembo lungo circa 10 chilometri comincia sulla sinistra del fiume Novito presso Canolo, e scendendo verso mezzogiorno forma il Monte Juncu, il Monte Mutolo (fig. 4) ed altri poggi fino alla base del granitico S. Jejunio.

Un brevissimo tratto di questo medesimo calcare comparisce nella valle di Bruzzano non lungi da Motticella, un altro verso Staiti, e forse se ne trova pure verso S. Luca nella valle del Bonamico. Mi fu detto che ne potesse essere altresì sotto Galati non lungi dal Capo Spartivento. Un piccolo lembo notato anche dal Fasano (1788) apparisce quasi sul mare nella estremità meridionale del Montalto fra il Capo di Bova (fig. 23) e la fiumara Sideroni presso la stazione di Bova. Uguali lembi pur limitatissimi stanno sotto Palizzi e sotto la città di Bova.

Di faccia ai monti di Maida lungo l'istmo catanzarese, ma addosso ai monti della Sila appartenenti alla Calabria meridionale, appaiono altri lembi, identici a quelli ricordati, nel monte di Tiriolo, intorno Nicastro e sotto Catanzaro stesso.

Il calcare di tutti questi luoghi è quasi puro, per conseguenza atto a far calcina dolce, bianco o rossastro, o gialliccio, o più di rado ceruleo, costantemente ceroide, compatto, o a volte frammentario, quasi brecciato, co' frammenti ravvolti

in una pasta gialla o rossa per via dell'ossido di ferro. A Palizzi, alla marina di Bova, ed alla città di Bova tutta la massa è ridotta in frantumi angolosi cementati di nuovo da una sabbia compatta verdognola.

Sulla superficie esterna nelle rotture e nei frammenti più ruzzolati non si vede alcuna traccia di organismo e la massa appare tutta uniforme. Nemmeno nelle sezioni microscopiche le tracce de' fossili paiono molto distinte, a cagione della grande purezza del calcare. Ma quando si considerino attentamente le superfici da lungo tempo esposte alle vicissitudini atmosferiche si vede che il calcare è totalmente formato da resti organici, e quasi solo, in qualunque luogo lo si esamini, da masse di polipai, ai quali si aggiungono crinoidi, bacchette di *Cidaris*, minute conchiglie, nummuliti ed orbitoidi.

§ 2. *Discussioni paleontologiche.*

L' età di questi calcari è sempre stata oggetto di gravi incertezze. Il Fasano (1788, p. 283) li riconosceva sovrastanti agli schisti cristallini. Melograni (1823), Brocchi (1820), Philippi (1840) li ponevano nel secondario e Philippi di quelli di Cànolo diceva che alternavan colle ligniti. Il Pilla per il primo (1837) attribuiva al Giurese i lembi della marina e della città di Bova, non che il lembo di Tiriolo, mentre pose nella così detta formazione di transizione il calcare di Pazzano nei monti di Stilo (1836-1837) immediatamente sovrapposto agli schisti carboniosi ed il calcare di Agnana nella valle del Novito, forse perchè lo vedeva sottostante alle arenarie oligoceniche lignitifere che egli attribuiva al secondario. Più tardi (1846, p. 270) egli non sapeva se attribuire questi calcari di Agnana e quelli di Staiti al Giurese o al Neocomiano e li paragonava a quelli di Taormina in Sicilia.

Il Tchihatcheff (1842, p. 39, 41), anche nella carta geologica aggiunta al suo lavoro, ritenne tutti quei lembi come giurassici e pel primo li riconobbe, specialmente quello di Stilo, analoghi ai calcari del Gargano nelle Puglie dai quali infatti non presentano differenza; con essi riunì poi il calcare di Capo delle Armi il quale, come vedremo, è molto più recente. Il Montagna (1854) diceva d' avervi trovato un grande *Euomphalus* e figurava poi (1857, tav. II) una *Nerinea* ch' egli affermava trovata nei monti di Cànolo, e più tardi (1864) figurava e descriveva come specie nuova un'altra *Nerinea* (tav. XLVIII, fig. 7) con una forma da lui ritenuta un « brachiopode d'apparenza paleozoica » (tav. XLVIII, f. 6) e con un'altra inesattamente attribuita ad un ortoceratite (tav. XLVIII, 5). Soggiungeva pure (p. 369 e seg.) d'aver trovato altre Nerinee e Rudiste nel calcare del Monte di Stilo tra Pazzano e Caulonia, e tracce di Nerinee « poco determinabili » nel calcare fra S. Jejunio, Cànolo ed Agnana. Questi calcari erano poi ritenuti dal medesimo, benchè con incertezza, come devonici. I medesimi resti della tav. XLVIII sono riprodotti dal Montagna nella sua opera pubblicata nel 1867, nella quale torna ad insistere sulla promiscuità secondo lui delle Nerinee e delle Ortoceratiti, ciò che, egli dice, dovrebbe far cambiare tutte le idee che si hanno nella geologia sul preteso ordine di successione degli esseri. Ho citato i lavori del Montagna perchè, sebbene dai fossili che figura non si possa comprendere gran cosa, se non che, da qualcheduno, ch'essi non sono tanto antichi quanto li fa il loro autore, pur egli fu il primo a

parlare di Nerinee e di Rudiste nei descritti calcari calabresi. Debbo aggiungere che il frammento il quale, per quanto rozzo, pure, stando alla figura, è veramente una *Nerinea*, venne trovato nel Monte di Cànolo e fu dato al Montagna dall'ingegnere Rota, come questi mi disse. Intendeva pure riferirsi a questi calcari il Seguenza quando affermava (1867) che alla base del terreno Cenomaniano della Calabria si trova un calcare brecciato a entrochi da lui attribuito al Giura.

Nel 1871 il Rath nel parlare del calcare della Valle di Novito lo dice verosimilmente eocenico (p. 32); del lembo di Monte Consolino narra come il Suess nelle pendici meridionali ed esteriori del monte trovasse Orbitoidi, e nella massa principale (in dem Kalkstein der Hauptmasse des Berges), Nummuliti (p. 63). Dal calcare di Tiriolo, forse perchè non s'imbattè in superfici corrose ben conservate, dice che è privo di fossili (p. 103).

Nel 1873 però a proposito del calcare di Cànolo e della valle del Novito il Rath stesso adducendo l' opinione del Fuchs lo pone nel miocene inferiore, perchè questi affermava di averlo veduto stratigraficamente sovrastante alle arenarie con lignite di Agnana (p. 199) ed alle stesse argille galestrine (p. 198), ciò ch' è inesatto nè apparve ad alcun altro de' geologi da me citati i quali si occuparono della posizione stratigrafica di quel calcare. Se non che il Rath stesso, dipoi, dopo avere accennate le Orbitoidi e le Nummuliti del Monte Consolino dice, non so per quali ragioni, che la gran massa del Monte sembra appartenere alla Creta superiore (p. 206), e che, contro l'opinione espressa prima, anche la massa calcarea della Valle del Novito può appartenere alla medesima epoca.

All' Arcangeli quelle stesse rocce parvero infraliassiche (1877) per certe analogie litologiche con altri terreni di tale epoca.

Burgerstein e Noë (1880) le ritennero titoniane e soggiunsero che uno dei fossili mal conservati da loro trovati potrebbe essere il *Pecten globosus* Quenstedt, giurassico.

Il Rambotti parlando del calcare che si trova in grandi massi erratici nei conglomerati pliocenici intorno a Marcellinara e che egli riconobbe poi analogo a quello del Monte di Tiriolo (1877) lo dice pieno d' Ippuriti (1876, p. 388); ed il Lovisato stesso dopo aver trovato fossili nel medesimo calcare di Tiriolo dice che essi sono caratteristici dell' epoca cretacea ed analoghi a quelli del Turoniano di Monte Cavallo nel Friuli, ma che forse nella parte più recente appartengono all'eocene inferiore ([1]). Il Seguenza invece (*Cenni sulle formazioni terziarie*, 1877, p. 4) parlando del calcare di Cànolo ricorda che vi si raccolse qualche *Nerinea* « che indubbiamente accusa il Titonico », a proposito della quale ultima opinione osserverò che *Nerineae* se ne trovano fino nei terreni cretacei più recenti e che non le si possono dire certamente caratteristiche del Titonico.

L'esame critico di queste varie opinioni avrà appreso se non altro che i geologi non sono d'accordo fra di loro intorno l'età dei nostri calcari; che le differenti opinioni non sono basate sopra studî accurati nè, per lo più, sopra argomenti paleontologici di valore; che il così detto ortoceratite figurato dal Montagna non è certo tale, il brachiopode figurato dallo stesso con pretesa apparenza paleozoica può essere

([1]) *Il Monte di Tiriolo*. Catanzaro 1878 (Cronaca del r. Liceo).

un' altra conchiglia d'età geologica anche recente; che tra le figure del medesimo autore può avere qualche importanza quella della *Nerinea*; che il Montagna, il Rambotti, il Lovisato asseriscono aver trovato delle Ippuriti; che finalmente il Suess paleontologo di grande valore trovò da se stesso delle Nummuliti nella massa calcare le quali non possono lasciar dubbio che almeno gli strati nei quali sono state trovate sieno eocenici. Per ora adunque potrò dire che quest' ultima opinione del Suess deve ritenersi come la più esatta almeno per una parte dei calcari descritti.

Quanto a me dirò che sul principio, nell'esaminare i calcari che ho sopra citati, compresi quelli di Tiriolo, vedendoli così cristallini e scorgendovi una quantità di polipai mal conservati, m' era venuto il sospetto di aver che fare con un terreno molto antico; da un esame un poco men superficiale dei coralli compresi però che la roccia non era punto così antica come credevo. Io ne ho portati numerosi frammenti di tutti i varî luoghi ed in questi non si trova traccia d' Ippuriti, nè avrei trascurato di notare e di raccogliere qualche cosa di simile se l'avessi visto: con ciò naturalmente non intendo negare in modo assoluto che negli strati inferiori ve ne possano essere; ma soggiungerò altresì che il mio egregio amico prof. Lovisato mentre ero a visitare il gabinetto di storia naturale del Liceo di Catanzaro, da lui creato con grande zelo ed intelligenza, mi mostrava i suoi esemplari del calcare di Tiriolo acciocchè vedessi se v'erano Ippuriti, ed io non trovai alcuna traccia di cotali resti abbastanza caratteristici. Dopo la mia visita il prof. Lovisato mandò parecchi dei fossili di Tiriolo al prof. Meneghini, e questi non solo non vi trovò traccia d'Ippuriti ma in molti frammenti notò la presenza della *Nummulites perforata* e della *N. complanata*. Le medesime specie egli notò di poi in taluni dei frammenti portati da me, e particolarmente in quelli del Capo di Bova. Non v'ha dubbio dunque che la presenza di cotali fossili notata in tanti luoghi dal Suess, dal Meneghini e da me, prova che almeno la maggior parte della massa de' calcari di cui ho parlato appartiene all'epoca eocenica, e particolarmente all'eocene medio, a quel piano che contiene le *N. perforata* e *complanata* in Ungheria ed a S. Giovanni Ilarione nel Vicentino e che secondo l' Hébert è contemporaneo agli strati con *Turritella imbricataria* e *Cerithium lamellosum* del calcare grossolano inferiore nella vallata di Parigi. Studî ulteriori proveranno se realmente negli strati inferiori debba distinguersi qualche piano più antico.

È noto che il calcare nummulitico è frequentemente costituito da frammenti di calcari più antichi coi quali sono impastate le Nummuliti, per cui potrebbe darsi che anche qui, in Calabria, qualche fossile della Creta fosse cementato nella stessa massa calcarea.

Debbo confessare però che ho trovato tutta la massa impastata di esseri organici ma non vi ho scorto frammenti di rocce estranee.

Tra i coralli che costituiscono quel calcare, il Seguenza, a quanto scrive Lovisato (*Il M. di Tiriolo*, 1878, p. 10), riconobbe nella roccia di Tiriolo dei generi affini a *Thamnastrea*, *Millepora*, *Stilophora*, *Latimeandra* e a *Disastrei*.

L'origine di questo calcare è evidentemente dovuta a scogliere di coralli (*coral rif*) le quali sorgevano dal fondo del mare intorno alle isole subacquee cristalline dell'Aspromonte. Nummuliti, molluschi, echini, ed altri animali viveano in quelle scogliere coralline che dovevano essere assai più estese che oggi non appaiano intorno a quei

monti. Nelle regioni più esterne i movimenti del mare le rompevano mandando in frantumi i coralli che poi restavano avvolti nelle sabbie spinte dal mare medesimo: così deve spiegarsi la miscela sabbioso-calcarea della roccia corallina del Capo di Bova e della città di Bova e di Palizzi.

Conviene rammentare che nel calcare non manca una certa disposizione a banchi, i quali denotano varî stadî nell' accrescimento della scogliera, e stanno discordanti sugli schisti carboniosi: tanto questi banchi grossolani quanto le masse dei polipai le quali in origine dovevano stare verticali sul fondo, sono presentemente un poco spostati ed inclinati nello stesso verso delle rocce sottogiacenti. Erano dunque accaduti prima dei sollevamenti; ma altri ne accaddero dopo la formazione delle scogliere, i quali spostarono queste un poco più che non siano stati spostati di poi i terreni successivi. I sollevamenti anteriori intanto avevano certo distinto l'Aspromonte dalla Sila e dalle altre montagne circonvicine, poichè nella depressione che intercede fra quelle due giogaie, sulle pendici meridionali della Sila a Catanzaro, a Tiriolo, a Nicastro si trovano come ho detto dei lembi di calcare corallino identici a quelli dell'Aspromonte.

La struttura cristallina della roccia, esempio palese che a rendere cristallino un calcare non occorre una grande antichità, è dovuta soltanto alla sua purezza, non essendo essa inquinata da altre materie estranee, per cui le acque lungamente filtrandovi produssero senza ostacoli la struttura cristallina delle sue particelle.

Del calcare suddetto fanno uso a volte presso Gerace, Caulonia, a Monte Mutolo, ed altrove, come di marmo, specialmente quando è misto di bianco e di rosso, e ne lavorano frontoni, stipiti ed oggetti d'ornamento architettonico.

Fuori di qui nella penisola non saprei dove indicare per ora un simile calcare cristallino eocenico se non nel Gargano dove appunto, secondo quanto dicono gli autori, sopra al vero calcare ippuritico pur esso cristallino sta un calcare totalmente identico ad esso nell'aspetto, ricco di Nummuliti, perciò eocenico.

Frammenti erratici della pendice tirrena.

Prima di terminare convien far cenno dei frammenti di un'altra roccia calcarea pur cristallina e certo eocenica, la quale ha grande analogia con quella ora descritta. Nella fiumara di S. Agata nel lato occidentale dell'Aspromonte presso Reggio sono stati trovati qualche volta dei piccoli massi ruzzolati di calcare bianco-giallastro, quasi ceroide, che si presta alla politura, costituito da Nummuliti. Il maggiore Carletti ne raccolse qualche frammento nel quale sono la *Nummulites complanata* Lck., la *N. Tchihatcheffi* D'Arch., e la *N. Molli* D'Arch., già determinate dal Seguenza (1877 *Form. terz.*) e studiate dal Meneghini sugli esemplari che mi donò il prof. Mantovani. Da ciò risulta che anche questo calcare appartiene all' eocene medio, come già ritenne il Seguenza il quale lo riferì al piano Parigino D'Orbigny.

Secondo le osservazioni dello stesso autore il calcare di questo piano medesimo si trova a Taormina, a Militello ed altrove nel Messinese e nel Palermitano.

Quei piccoli massi ruzzolati dalla fiumara di S. Agata debbono provenire dalla cima de'monti sovrastanti dove in qualche luogo formano probabilmente de' piccolissimi lembi isolati come il terreno seguente, che finora non sono stati trovati in posto.

CAPITOLO IX.

Eocene superiore.

§ 1. *Rocce delle regioni più basse.*

I terreni del piano di cui ora discorro mancano interamente verso il Tirreno e cominciano nel fondo delle vallate nella regione più meridionale del Montalto.

Sono costituiti da argille galestrine o scagliose molto somiglianti a quelle della Creta superiore, e più somiglianti ancora a quelle del miocene medio, tanto che quando non si vedano bene i rapporti stratigrafici e quando manchino i fossili è oltremodo difficile distinguere le prime dalle ultime. Però, ordinariamente i galestri di questo piano sono coloriti assai più intensamente di quelli miocenici, e contengono quasi sempre degli strati nummulitici. Alberesi con fucoidi, arenarie finissime, e come dicevo calcari nummulitici alternano con le argille di questo piano.

Può darsi che all'eocene si debbano attribuire alcuni dei galestri che stanno sulla sinistra della fiumara Amendoléa ed alcuni di quelli che formano le colline tra la fiumara di Bruzzano e quella di Condojanni, ma di ciò rimango incerto. Quanto all'aspetto litologico molti dei galestri circostanti all'Amendoléa sono coloriti intensamente di rosso o di verde come quelli della marina di Bova di cui son per parlare.

Cotale massa della marina di Bova, vivamente colorata in rosso o in verde, si estende dalla contrada di Vrica per lo meno fino al piccolo crinale che scende alla fiumara di S. Pasquale, e forse anche intorno a questa, sotto ai galestri miocenici, e posa sugli schisti carboniosi. Un poco in alto sopra la stazione di Bova alterna coi galestri un calcare bigio tutto costituito da Orbitoidi e da altre Foraminifere, non però troppo ben conservate. Vi si vede pur qualche Nummulite.

Il lembo più esteso, molto fossilifero, si trova intorno la marina di Brancaleone, a settentrione del Capo Spartivento fin per lo meno alla Foresta Gemelli ed alla fiumara di Bruzzano, e sotto i monti di Brancaleone. Quivi i galestri eocenici riposano direttamente sugli schisti carboniosi o sui galestri della Creta superiore. Nella porzione superiore delle argille stesse alternano strati di calcare e di arenaria (fig. 24). Subito a settentrione del Capo Spartivento, intorno la fiumara di S. Leo, le argille sono rosse o verdi, o di color cioccolata e scagliose, ma frequentemente alla superficie per effetto delle intemperie divengono bianchissime. Ivi non contengono fossili; ma nei calcari alberesi che vi alternano si vedono come il solito delle Fucoidi. Vi abbondano delle glebe di Baritina e di Aragonite, come pure delle piccole masse di Siderose, Pirite e Limonite, delle tracce di Manganite e dei piccoli cristalli di Gesso. Nella Baritina il prof. Moschini trovò tracce di calce, magnesia e ferro; e magnesia con ferro trovò nell'Aragonite. Un poco più a nord intorno la marina di Brancaleone le argille sono cenerine o bigie, o turchiniccie, a volta rosse, o di color cioccolata, un poco scagliose, ma non untuose, in strati distinti ma facilmente disgregabili, a volte ripiegati e scontorti. Contengono frequentemente anche qui piccoli cristalli di Gesso e macchie ferruginose che forse sono in rapporto con alcuni stillicidî

di acque un poco ferruginose che qua e là si vedono. Efflorescenze di carbonato di soda e di solfato di ferro coprono la superficie dell'argilla nei luoghi più asciutti. Colle argille alterna una sabbia cenerina, o biancastra, o gialliccia, o bruna, alquanto marnosa, tenuissima, cementata in strati distinti, ma friabile, contenente delle foraminifere, e nella medesima sotto Torre Sperlonga (fig. 25) ho trovato frequentissime impronte disegnate in nero di *Chondrites Targionii* Brong. e di *Zoophycos flabelliformis* Fisch. Oost. Vi alternano anche, specialmente come dicevo negli strati superiori, dell'arenaria pur finissima, biancastra o gialliccia all' esterno, ma per lo più cerulea nell' interno, in strati grossolani, nella quale sono piccoli straterelli di lignite, e banchi di calcare gialliccio alto da tre e quattro fino a parecchie decine di metri, non difficilmente disgregabile, costituito per intiero da Orbitoidi e da altre Foraminifere. L'arenaria suddetta disgregandosi produce spesso una bella sabbia gialla. I lembi di questa arenaria e di questo calcare allineati lungo la spiaggia od a poca distanza da questa si succedono un poco a settentrione del Capo Spartivento fino alla fiumarella di Bruzzano interrotti spesso ed isolati gli uni dagli altri dai torrentelli che scendono al mare. Ne trovai due lembi sulla destra della fiumara di S. Leo, sotto il palazzo Galati, cioè uno sopra la spiaggia, l'altro più nell' interno; poi altri sei lembi tra la fiumara predetta ed il torrente Artalia, vale a dire cinque verso la spiaggia, pendenti per lo più a sud-ovest, ed uno un poco più interno. Un lembo più esteso e più continuo è quello della Torre Sperlonga che va dalla foce del torrente Artalia a quella della fiumarella di Brancaleone dove gli strati pendono verso sud-ovest. Due lembi sono più a ponente verso il poggio di Brancaleone; ed un ultimo lembo non grande notai nella foresta Gemelli, tra la fiumarella di Brancaleone e la fiumara di Bruzzano.

Per verificare se in alcuni di questi terreni fossero dei fossili che ad occhio nudo non si vedevano, vennero fatte dal prof. Pantanelli alcune sezioni sottili della sabbia marnosa di Torre Sperlonga. Dopo avere spianato bene una superficie di quelle rocce friabili le quali coi mezzi ordinarî non si potrebbero sezionare, quella si appiccicava ad un vetro con balsamo del Canadà o della Mecca o con altra resina trasparente. Quando la preparazione era asciutta si lavorava nella materia con un coltello o con altro mezzo meccanico, fin che si raggiungeva la sottigliezza voluta, spianandola poi da ultimo con un vetro liscio, ciò che del resto è inutile: si copriva poi quella superficie con la solita lastrina di vetro e la si sottoponeva al microscopio. Il balsamo della Mecca è preferibile a quello del Canadà comunemente usato perchè nello scaldarsi ribolle meno, e si conserva meglio nelle boccettine dove lo si ripone.

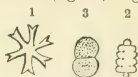
Con questo sistema adunque si vedono nelle sezioni delle Foraminifere oltremodo minute appartenenti almeno a due specie, e delle spicule calcaree a croce forse appartenenti a spugne. Sciogliendo qualche frammento dei più friabili nell'acqua, alcuni di quei resti rimangono alquanto isolati.

Io vi ho distinto:

Orbulina universa D'Orb., specie vivente e comune in tutti i piani terziarî, cui è molto affine una forma del Lias.

Globigerina bilobata D'Orb., var. *testa valde minore*. Il tipo si trova nel miocene di Nussdorf (fig. 3, ingrandita 4 volte).

Spicule calcaree di spugna o di alcionario, formate da una croce regolare di sei raggi uguali bifidi nelle estremità (fig. 1, ingrandita 240 volte).

1 3 2

Resto incerto non raro, che forse è una radiolaria il cui scheletro fu trasformato in calcare (fig. 2, ingrandita 15 volte).

Tutte codeste forme sono certamente calcaree perchè spariscono del tutto quando la roccia si sciolga negli acidi. In questo caso essa fa per qualche istante viva effervescenza dovuta ai resti organici che essa racchiude e lascia un residuo abbondante di frammenti silicei irregolari microscopici nei quali non mi riuscì di vedere la più piccola traccia di organismo. Al polariscopio si vede che quei frammenti sono tutti quarzosi perciò debbono provenire dal disfacimento di rocce quarzifere.

Da questi fatti si può soltanto ritenere che la roccia di Torre Sperlonga si è depositata in un mare profondo, forse non lungi da un litorale roccioso, come risulterebbe pure dalle tracce di lignite che talora alternano con essa. I fossili ricordati però non giovano, nemmeno lontanamente, a fissare la sua vera età.

Il Seguenza nei calcari nummulitici di questa zona (1877, *Brevi cenni* p. 11) ha trovato *Alveolina subulosa* Montf., *A. ovoidea* D'Orb., *A. sphaeroidea* Lck., *Nummulites curvispira* Mgh., *N. planulata* D'Orb., *N. striata* D'Orb., *N. Guettardi* d'Arch. e H. *Orbitoides dispansa* J. C. Sow. Per via di questi fossili egli attribuisce la roccia al piano Liguriano di Mayer. Prescindendo dalla poca precisione di questo piano quale è stabilito dagli autori, è certo che i fossili citati dal Seguenza si possono attribuire all'eocene superiore.

§ 2. *Rocce delle regioni superiori.*

In quell'ampia conca la quale sta fra Grotteria e Platè, e separa il Montalto dalla Serra, verso l'Jonio, salendo lungo il vertice dei poggi, e dopo avere traversato la regione più bassa dei terreni pliocenici e miocenici, s' incontrano qua e là fin quasi sulle sommità che separano l'Jonio dal Tirreno, dei lembi limitatissimi di rocce appartenenti all'eocene superiore pur esse.

Sono arenarie piuttosto fine, compatte, contenenti piccole ghiaiette gneissiche e noduletti di selce, ripiene di fossili per lo più indecifrabili, e specialmente di Nummuliti che si possono facilmente isolare, ma di cui talvolta non è rimasta se non l' impronta, avendo le acque filtranti portato via il carbonato di calce che le costituiva.

Altre volte si tratta di un calcare formato da un impasto di frammenti di *Orbitoides Gümbelii* Seg., di *Operculinae* (¹) di nummuliti, d'echini, di crinoidi, e d'altri esseri organici, con pezzetti di rocce per lo più cristalline.

Le rocce ora mentovate coprono per brevi tratti i micaschisti e gli schisti carboniosi; ma soltanto lungo la strada fra Gerace e Cittanova, quasi sul piano della Lenza di Gerace, nella C. Lanna, dalla parte dell'Jonio, ho trovato il calcare ad Orbitoidi in rapporto con rocce più recenti, cioè sottostante a sabbie forse plioceniche e ad argille galestrine del miocene medio.

Nell'arenaria del piano delle Castagnarelle sopra la caserma di ricovero che

(¹) Secondo il Seguenza (1880) è l'*O. complanata* Bast.

pende ad est verso il mare ho trovato abbondante la *Nummulites Rouaulti* [1], così determinata dal Meneghini.

Sembra perciò che questa zona sia un poco più recente di quella con *N. complanata* Lck., ed appartenga all'eocene superiore come i galestri di Bova e di Brancaleone.

In quest'epoca dunque, salvo la maggior corrosione avvenuta di poi nelle vallate, l'Aspromonte era quale oggigiorno; era però tutto sommerso dal momento che talune delle sue parti più esteriori e più elevate sono circondate e coperte da lembi di rocce eoceniche.

Coetanei a questi terreni delle Calabrie son parte di quelli dell'Apennino settentrionale detti liguriani dal Mayer, e propriamente gli alberesi ed i galestri che io già distinsi come appartenenti all'eocene superiore.

Le varie rocce delle Calabrie che dal Seguenza furono attribuite al piano Bartoniano vedremo che sono almeno pella massima parte più recenti dell'eocene, come sono più recenti alcune delle rocce che lo stesso autore attribuì al Liguriano, specialmente le argille del territorio di Stilo [2].

CAPITOLO X.

Miocene inferiore (Tongriano ed Aquitaniano).

§ 1. *Descrizione topografica e paleontologica.*

A cominciare dal miocene gli strati ripigliano con maggior continuità e con estensione maggiore, e sono sempre discordanti sopra le altre rocce finora descritte.

Gli strati che primi si presentano sono gli schisti argillosi, le ligniti, le arenarie fine, i conglomerati grossolani, i quali in istrati sempre assai pendenti, discretamente sviluppati, benchè di frequente interrotti, si presentano comunemente ad immediato contatto degli schisti ampelitici o d'altre rocce più antiche nel fianco orientale dell'elissoide principale, da Stilo sull'Jonio fino ai monti di Motta sullo Stretto.

Il lembo più settentrionale è quello che nel primo taglio geologico pubblicato sulla Calabria il Pilla aveva ritenuto come *grés* infracretaceo (1836) e che dalla contrada S. Giovanni a nord di Stilo, sulla sinistra dello Stilaro, si estende fino a Placanica senza interruzioni salvo quelle prodotte dalle valli che provenendo dall'interno lo traversano. Esso forma a ridosso del calcare eocenico del Monte Stella una serie di piccole colline (fig. 2) staccate senza dubbio per effetto della denudazione. La roccia predominante in questo tratto è l'arenaria cenerognola o grigia, fine, compatta, talvolta piena d'*Orbitoidi* che s'incontrano nel salire a Stilo per l'antica strada.

[1] Forse è questa specie che Burgerstein e Noè hanno denominato *N. Lucasana* Defr? Il Seguenza la determina col nome di *N. intermedia* D'Arch. e *N. garansensis* Jol. e Leym. (1880).

[2] Il Seguenza pone nel Tongriano e considera come più recenti degli strati ad *Anthracoterium* di Agnana le arenarie nummulitiche dei Monti di Gerace, e come ancor meno antichi i calcari ad *Orbitoides* (1880 p. 36, 37). Per ragioni paleontologiche non mi trovo d'accordo col Seguenza specialmente per quel che riguarda le arenarie: rimango solo in qualche incertezza pei calcari ad *Orbitoides*.

Nelle arenarie superiori del Monte di Stilo si trovano pure delle *Scutellae* ([1]). Vi alternano degli schisti cerulei scuri o chiari che si rompono facilmente, delle arenarie brune o verdastre, e dei conglomerati più o meno grossolani di *gneiss* tonalitico. A volte, per es. nella contrada Milo non lungi da Stilo, vi si trovano tracce di lignite. La pendenza intorno a Stilo è verso est-nord-est.

Dopo brevissima interruzione succede un altro lembo più breve che si estende a nord-ovest di Caulonia dalla contrada Meschino sulla sinistra dell' Allaro, dove posa sul calcare eocenico fino alla contrada Mosano sulla destra del fiume Amuso dove sta sugli schisti ampelitici (fig. 12).

La roccia di questo tratto manifesta inclinazione verso sud-sud-est cioè verso il mare, ed è litologicamente uguale a quella del tratto antecedente. Nel monte dei Cappuccini presso Caulonia immediatamente sotto agli schisti galestrini che verranno esaminati nel capitolo seguente, senza discordanza apparente, succedono delle arenarie schistose verdoline, appartenenti già al piano di cui si discorre ora, alte 7 od 8 metri e diverse solo pella loro maggior compattezza dalle arenarie dei piani più recenti, poi con questa arenaria comincia ad alternare un conglomerato non grossolano formato come il solito a spese delle rocce cristalline. Dove l'arenaria alterna col conglomerato cominciano ad apparire vestigie di piante terrestri e tronchi cilindrici di mediocri dimensioni, ripieni pur essi di arenaria quali s'incontrano frequentemente in simili rocce di varî piani ed attribuibili ad alghe marine cioè a *Cylindrites*. Vi si trovano pure conchiglie e crinoidi. Ai Cappuccini ho trovato delle bivalvi deformate, e piuttosto frequentemente dei lunghi articoli di crinoidi, probabilmente di *Batycrinus* (Meneghini 1878).

Un terzo lembo ancora più piccolo, dopo un' interruzione non grande, comparisce in strati inclinati sopra gli schisti ampelitici tra le fiumare Camocelli e Barrucca le quali hanno foce in mare fra Roccella e la Marina di Gioiosa. In esso predomina il conglomerato.

Nei monti di Gioiosa, Grotteria e Mammola, dove sono molto estesi fino a grandi altezze i terreni del miocene superiore, non trovai tracce della zona di cui discorro: ma non potrei escludere che qualche piccolo rimasuglio qua e là se ne potesse trovare. Un lembo ne comparisce intorno ad Agnana (fig. 4, 5) isolato sopra gli schisti ampelitici, dal Monte Guardia fino al fiume Novito. Ricorderò fin d'ora che una carta geologica di questo luogo e dei dintorni di Antonimina, in certi punti sufficentemente accurata quanto alla delimitazione dei terreni, fu pubblicata dal Montagna (1854). Le solite arenarie fine predominano. Negli strati inferiori sopra un' arenaria grigia con *Ostrea* è un' arenaria fina, ricca di sabbia quarzosa, quindi facilmente permeabile alle acque,

([1]) Io ho trovato un frammento indeterminabile di *Scutella* in uno dei massi di arenaria che si trovano erratici a pie' del monte di Stilo sulla superficie delle argille galestrine che verranno descritte nel Capitolo seguente e ritenni che provenissero dalle arenarie sottostanti alle argille. Il Seguenza invece le dice provenienti dagli strati inferiori delle arenarie sovrastanti alle argille medesime, e accenna di avervi trovato la *Scutella subrotunda* Lck. e la *S. Paulensis* Ag. Debbo lasciare indecisa cotale questione stratigrafica che è importante per determinare l'età delle argille galestrine. Stando le cose come dice il Seguenza, se quelle specie sono esattamente determinate e se perciò rispondono agli strati a *Scutellae* di Schio, l'estensione del Miocene inferiore verrebbe grandemente aumentata e vi rientrerebbe la gran massa delle argille galestrine comprese fra gli strati Aquitaniani ad *Anthracoterium* e *Potamides margaritaceum* e gli strati a *Scutellae*.

gialla, riempita di molluschi marini dei quali però non è rimasta se non l'impronta vuota. Succedono cinque o sei strati di lignite, alcuni dei quali alti due terzi di metro alternanti con arenarie e con marne più o meno calcaree di origine marina od anche salmastra e palustre, come risulta dal *Potamides*, dalle *Limneae*, dai *Planorbis* e da altri fossili. Le superficie di questi fossili sono coperte a volte da tenuissimi veli di Marchesite. Insieme colla lignite si trova talora uno schisto infiammabile detto *schiattino* perchè al fuoco crepita.

Per lungo tempo, le ligniti furono scavate con qualche profitto, ed anche intorno al 1840 vi lavorava una compagnia inglese, sotto la direzione dell'ing. Beck; però oggigiorno lo scavo è abbandonato.

Nello strato superiore la lignite pare meno ricca; negli altri strati essa è nera, lucente, ben carbonizzata; ma qualche volta, come quasi sempre accade nelle nostre ligniti, vi sono delle mosche di pirite bianca.

Secondo il Montagna (1867, p. 85) « nella real fonderia di Napoli furono sperimentati il carbone di Agnana e quello inglese nelle macchine a vapore che animano i *bareni torni* e gli spianatoi, e l'acqua è entrata in ebollizione, col carbone di Agnana dopo 25 minuti, con quello inglese dopo 20. Il carbone di Agnana ha bruciato perfettamente con fiamma lunga lasciando sufficentemente sgombra la graticola, e di cantaia 5 e rotoli 10 consumati lasciò un residuo pesante rotoli 66 ».

L'analisi d'una lignite di Agnana fatta nell'Istituto tecnico di Reggio diede i seguenti risultati (*Ligniti nella Prov.* ecc. 1877, Bull. com. geol.):

Carbonio fisso.	59,72
Materie volatili	24,10
Ceneri	16,18
Totale	100,00
Calorie	5058

Altre osservazioni aveva fatte il prof. Parone col processo Berthier sulle varietà seguenti:

a) lignite dello strado medio;

b) lignite lucente dello strato inferiore;

c) lignite fibrosa del medesimo strato;

d) lignite degli strati superiori,

e ne aveva ottenuti i seguenti risultati (Montagna 1867, p. 86):

	Quantità di coke per 100 di carbone non disseccato	Cenere per 100	Potere calorifico
a	59,6	5,20	8,929
b	58,8	26,2	8,996
c	65,1	27,7	7,336
d	57,9	8,04	8,688

La cenere di *a* era bianca tendente al roseo, quella di *b* grigio-chiara, quella di *c* bistro-chiara, quella di *d* biancastra. I coke *a*, *b*, *d* erano poco alterati, quasi com-

patti, non saldati, perfettamente solidi; il coke *c* era fessurato e leggermente curvo secondo la schistosità. Durante lo sviluppo del gas le ligniti avevano una reazione debolmente acida arrossando la tintura di girasole. Le ligniti *a* e *d* hanno perso fin 5,2 per 100 d'acqua igroscopica.

Sopra gli strati lignitiferi è un banco di conglomerato irregolare tutto formato a spese delle rocce cristalline e degli schisti sericitici ed ampelitici, cui tengono dietro nuove alternanze di marne e di arenarie bituminose più o meno fine con copiosi resti di vegetali.

Ecco l'elenco dei fossili che sono stati trovati nei terreni di Agnana.

Dall'arenaria grigia che forma lo strato più antico proviene una *Ostrea* del tipo dell'*O. cochlear* Poli, quindi delle *Grypheaee*, inesattamente determinata da molti che la videro *G. arcuata*. Fra le specie trovate con questa dall'ing. Rota e da lui date, secondo quel che mi disse, al capitano Montagna ne è una che fu determinata, certo per lontana approssimazione, come *Lima gigantea* e che io non vidi.

Negli strati lignitiferi sovrapposti, ma sempre sotto al conglomerato sono state trovate le seguenti forme:

Murex sp. della sezione dei *Phyllonotus*: lo vidi presso l'ing. Rota il quale, per sua gran cortesia, mi donò alcuni dei fossili di Agnana che egli ha nella sua collezione. Forse è affine al *M. sublavatus* Bast.

Potamides margaritaceum Brocchi (*Murcisonia granulata* sp. n. Montagna 1854, p. 22, tav. I, fig. 2). Fu trovato, a quanto mi disse il Rota che me lo donò, immediatamente sotto gli strati di lignite. Questa specie che era già nota al Seguenza è certamente salmastra ed è delle più importanti di Agnana.

Limnaea Francisci Montagna (Montagna 1857, tav. I, fig. 1).

Planorbis Ferdinandi Montagna (Montagna 1857, tav. I, fig. 2). Questa specie e l'antecedente potrebbero essere tanto d'acqua salmastra come d'acqua dolce palustre.

Arca sp. Del gruppo delle *Barbatiae* e del tipo dell' *A. variabilis* Mayer del Viennese, ma assai più piccola (Rota). Secondo il Seguenza è l'*A. biangulina* D'Orb.

Syndosmia sp. (*Tellina lineata* Montagna?) All'esterno mi parve appartenente a questo genere ma potrebbe darsi ch'io sbagliassi. Le due ultime specie ed il *Murex* sono certo marine: tutt' al più la *Syndosmia* potrebbe essere salmastra. Esse si trovano, secondo il Rota, nelle arenarie alternanti colla lignite.

Odontaspis sp. Nel Museo del r. Istituto tecnico se ne conserva un dente trovato nell'arenaria, ma non è detto in quale strato.

Ittiolite figurato dal Montagna (1864 e 1867, tav. XLVI, fig. 7).

Trionix sp. Il Montagna ne figura parecchi frammenti (1864 e 1867, tav. XLVI, fig. 4, 5, 6) che rispondono alle parti esterne superiore ed inferiore dell' animale e che da principio egli aveva ritenuto fossero foglie (1867, p. 4). Il primo a determinare il genere sopra altre porzioni di scudo fu il Gastaldi (1863) il quale afferma che uno degli scudi da lui veduti « si presenta dalla parte interna e porta ancora le estremità costali che appaiono in forma di masse fibrose, schiacciate, aventi l'aspetto di pennelli piatti ». Altre porzioni di scudo le ho vedute presso l'ing. Rota.

Anthracoterium magnum Cuvier. Il Montagna figurò nel 1857 (tav. II) i due

ultimi terzi del quarto molare inferiore sinistro di questa specie, senza però determinarla. Il Gastaldi (1863) da queste figure e da altri molari molto ben conservati che egli ricevette dal medesimo luogo riconobbe che si trattava di un *A. magnum* identico a quello di Cadibona e certamente caratteristico del miocene inferiore. Altri disegni furono di poi pubblicati dal Montagna (1864 e 1867, tav. XLVI, fig. 1, 2, 3) e nuovi frammenti ancora ho veduti io presso l'ing. Rota. Questa specie ed il *Cerithium margaritaceum* sono delle più caratteristiche per l'epoca degli strati di Agnana e degli altri coetanei. L'*Anthracoterium* fu trovato negli strati lignitiferi inferiori.

Conifera e numerosi frammenti, per lo più piccoli tronchi, di vegetali figurati dal Montagna (1854, tav. I, fig. 4 e 5; 1864 e 1867, tav. XLVI, fig, 8, 9, 10, tav. XLVII, fig. 6, 17, 20) come resti di *Lepidodendron* e *Stigmaria*, perciò ritenuti da lui, inesattamente, come carboniferi, (e fig. I, XXV e II, XXVIII del 1857). Il *Lepidodendron* che Montagna ha figurato nel 1857 come proveniente da Agnana, è evidentemente carbonifero; ma non può essere stato indicato come calabrese se non per iscambio, giacchè l' ing. Rota che fu per qualche tempo direttore della miniera di Agnana mi affermò che esso proviene dai terreni carboniferi dell' Inghilterra e che fu donato al capitano Montagna dall'ing. Beck, che ebbe durante qualche anno la miniera suddetta.

Negli strati superiori ai banchi lignitiferi si trovano pure, come già ho detto, molti resti vegetali: alcuni frustoli legnosi ed altri frammenti incerti ritenuti dal Montagna appartenere al piano carbonifero sono da lui figurati e descritti (1864 e 1867, tav. XLVII, fig. 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20 e 1867, tav. *A*, *B*, *C*, *D*) coi nomi di *Calamites*, *Lepidodendron*, *Stemmatopteris*, *Aspidiaria*, *Sagenaria*, *Odontopteris*, ecc.; anzi egli descrive molte specie come nuove. Soggiunge poi che fatti vedere quei resti ad un paleofitologo questi disse che non gli parevano nemmeno appartenenti a vegetali (1864, p. 350). Eziandio a chi non sia molto forte in paleofitologia la natura vegetale di quei resti è manifesta; ma è altrettanto manifesto che, stando alle figure, non presentano il più lontano carattere per dover essere attribuiti a quei generi carboniferi cui li attribuisce il Montagna, ed anzi sembrano quasi tutti frammenti indecifrabili. Sopra si è veduto che l'unica impronta veramente carbonifera proviene dall'Inghilterra, da terreni molto più antichi. Non molto lontano da Agnana, addosso al *gneiss* del S. Jejunio, sulla strada nazionale che va da Gerace a Cittanova s'incontra un piccolo banco d'arenaria gialla (fig. 13) pendente verso sud, con tracce di vegetali e con impronte di molluschi fossili, simile a quella degli strati inferiori di Agnana. Sotto l' arenaria è un conglomerato irregolare, senza palese stratificazione, del *gneiss* suddetto.

Probabilmente debbono mettersi a questo medesimo livello quei lembi di conglomerato e di arenaria, piccoli ed interrotti dalla denudazione, che si trovano là intorno sulle pendici esteriori dei monti, nei crinali fra una valletta e l'altra, a M. Mutolo, a M. Campanaro, al S. Jejunio ed in tanti altri luoghi, coperti frequentemente dalle argille galestrine del piano successivo, e qualche volta, anco presso le sommità come nel M. Francischello sopra Agnana, contenenti tracce di lignite.

Una quinta zona formata da arenarie con ligniti identiche a quelle di Agnana, si trova nei monti di Antonimina a ridosso degli schisti ampelitici da un lato e del

gneiss del monte Campanaro dall'altro, sulla sinistra della fiumara Colla e della fiumara di Gerace.

Sopra Antonimina si trova pure un' arenaria giallastra nella quale il Seguenza (*Brevi cenni* 1877, e 1880) ha trovato le seguenti specie marine che in parte erano già state indicate dal Montagna: *Batopora conica* Seg., *Crassatella Michelottii* Seg., *Cardita Arduini* Brong., *C. Laurae* Brong., *Janira arcuata* Bron., *Lima miocenica* Sism., *Pecten subasper* Montagna, *P. Ramondini* Montgn., *P. simplex* Mich., *Nucula antoniminensis* Seg. (1877 *Nuculidi*), *Pentacrinus Gastaldii* Mich., *Clypeaster latirostris* A. Ag., *C. antoniminensis* Seg. sp. n., *Periaster Capellinii* Laube, *Periaster calabrus* Seg., *Echinolampas inflatus* Laube, *Macropneustes brissiformis* Seg., *Montlivaultia carcarensis* Michl., *Stylophora annulata* Reuss, *Placopsilina cenomana* D'Orb.

Le stesse rocce con ligniti che furono studiate anche dal Pilla (1843), soprastanti agli schisti ampelitici, e pur ricche di fossili cui solo rimase il nucleo, si trovano al Colle Falcò sulla sinistra della fiumara di Antonimina, donde seguitano per lungo tratto, dal monte Tredita sopra Ciminà fino a Platì. Presso Platì il Montagna indicò una impronta vegetale incerta e la figurò prima come specie nuova di *Karstenia* (1864), poi come specie nuova di *Aspidiaria* (1867, tav. XLVI, fig. 5). In queste ligniti non furono mai aperte cave. Presso Platì viene scavata con ottimi risultati l'arenaria fine, giallastra, più volte ricordata, per farne mole da arrotare.

Continuando verso mezzogiorno le arenarie ed i conglomerati si estendono assai su'monti formando torrioni e cime bizzarre, come la Pietra longa, la Pietra cappa, la Pietra di Febo, ed occupando il territorio sul quale sono i paesi di Natile, S. Luca, Casignana, Sant'Agata e Caraffa. Vengono poi, un lembo assai minore, di natura identica, a sud-est di Precacore sulla sinistra della fiumara La Verde, poi quello circostante al piano di Scrisà, dove è pur Motticella sulla destra della fiumara di Bruzzano, e quello pure esteso sul quale è il paese di Brancaleone. Quivi cominciano ad essere un poco frequenti i ciottoli di diorite porfiroide.

Le rocce che ho citate nel tratto fra Platì e Brancaleone sono formate da arenarie grigie e da conglomerati, e riposano sopra gli schisti ampelitici in strati discordanti ma pendenti pur essi visibilmente verso il mare Jonio.

Lungo la spiaggia, parallelamente alle colline indicate, dirimpetto alla regione fra Motticella e Precacore, al Capo Bruzzano o di Staiti (fig. 6), compariscono delle arenarie bigie o bianche aventi il medesimo aspetto delle arenarie che formano i piani più recenti, costituite da strati diversi, con elementi di rocce cristalline, ora più minuti, ora più grossolani, alternanti con schisti argillosi. Vi si vedono delle piccole e numerose faglie e gli strati sono lievemente inclinati verso ovest, quindi contro al mare; parrebbe perciò che le rocce del miocene inferiore formassero una conca in quel tratto il quale comprende tutte le argille scagliose del miocene medio di Ferruzzano. I numerosi scogli che costeggiano il Capo Bruzzano sono formati dalla medesima arenaria. Nello scavare colà la galleria della strada ferrata, furono trovate delle impronte di pesci di cui una si conserva nel Museo dell'Istituto tecnico di Reggio.

Rocce di quest'epoca non ne compariscono più se non nel monte della contrada Naddeono fra Bova e la Marina, ma da qui in là cambian molto il loro carattere litologico. Non mancano ancora le arenarie grigie; ma si sviluppa assai un conglomerato

rosso più o meno resistente, nel quale, insieme a massi di *gneiss* anfibolici, di graniti e di varie altre delle solite rocce cristalline, predominano ciottoli e massi, grandi talora oltre a un metro, di quel porfido dioritico che ho descritto parlando degli schisti cristallini superiori. La pasta di questo porfido è bianca, o verdognola o rossastra, e dà il colore alla massa del conglomerato. Questo, disfacendosi in modo molto disuguale, forma degli obelischi, dei pizzi o delle roccie erte e dirupate assai pittoresche, le quali insieme alla colorazione lo fanno distinguere facilmente da lungi.

Dopo il piccolo tratto suddetto una massa più estesa di conglomerato e di arenaria apparisce alla sinistra e alla destra del fiume Amendolea (fig. 3,22), fino intorno alla fiumara Acrifa, in parte sdraiato sopra gli schisti ampelitici, in parte isolato da terreni miocenici più recenti.

In alcuni lembi derivanti da questa massa in una vallecola non molto lontana da Mèlito, il Mantovani trovò nel conglomerato dell'ambra di bellissima qualità (Bull. del Com. *Ligniti di Reggio* 1877), grossa come un pugno, limpidissima, di colore giallo aranciato con riflessi verdi e violacei. Vi è pure della lignite nera, lucente, dura, non fragile, pesante 1,20: fu sperimentata nel forno a calce dei fratelli Rossi presso Melito, ed ardeva facilmente con fiamma lunga e luminosa svolgendo molto fumo e forte odore bituminoso. Ne fu fatta l'analisi dal prof. Moschini nell'Istituto tecnico di Reggio e vi si trovarono carbonio fisso 46,69, materie volatili 50,50, ceneri 2,81, calorie 6098.

Un altro lembo forma i monti a sud di Fossato, e i dirupi pittoreschi che han dato il nome greco al paese di Pentadattilo, a destra ed a sinistra della fiumara di S. Elia. Ivi la roccia, al capo d'Armi dalla parte del mare, si sottopone ad un piccolo lembo di argille scagliose del miocene medio che regge il calcare Tortoniano a *Nulliporae* del Promontorio, e pende verso ovest.

Poco più ad occidente il conglomerato si erge di nuovo a destra della fiumara di Molaro e forma il monte Aliola, ed altri, che hanno per substrato gli schisti ampelitici fino al territorio di Motta, giungendo all' altezza, massima per questa zona, di più che 700 metri.

Un ultimo lembo del conglomerato, già rivolto verso lo Stretto, e forse appartenente a quest'epoca comparisce a settentrione di Motta, nel monte Leporicchio e nel monte Catania.

Oltre le ligniti nelle quali è qualche cristallo di Selenite e di Marchesite, non potrei ricordare in questi terreni altro minerale cha la Baritina cristallizzata del monte dei Cappuccini presso Caulònia.

Le rocce mentovate possono dividersi in generale in tre plaghe; la più settentrionale è quella che si estende dai monti di Stilo a quelli di Caulonia, ed è formata prevalentemente da arenarie con schisti argillosi alternanti: la plaga centrale va da Agnana a Brancaleone ed è formata da arenarie con ligniti; l'ultima plaga più meridionale è quella dei conglomerati rossi dai monti di Bova a quelli di Motta.

§ 2. *Epoca delle arenarie marine più antiche.*

Si è veduto che gli strati fossiliferi più antichi di questa zona sono le arenarie giallastre o grigie con fossili marini di presso Agnana, Gerace, Antonimina e Platì.

Il Seguenza le pone nel Tongriano, che equivarrebbe alla parte più recente dell'eocene ovvero alla porzione più antica del miocene inferiore od oligocene che dir si voglia, insieme con gli strati di Jeurres, Morigny, Lesbarritz, Dax, Sangonini, Gnata, Laverda, Dego, Sassello, Carcare e simili che secondo il Mayer sono caratteristici del Tongriano. Stando ai fossili citati dal Seguenza ad Antonimina, mi pare, che si possa accettare l'ordinamento proposto dal nostro paleontologo. È vero che sette specie sono nuove o per ora citate esclusivamente in quel luogo; ma le altre specie mostrano che si tratta per lo meno di uno dei più antichi strati del miocene.

§ 3. *Epoca degli strati lignitiferi e delle altre rocce.*

Le altre rocce di questa zona sono state attribuite dal Seguenza (1877 *Brevi cenni*) ad età diverse ([1]).

Egli considera i conglomerati rossi come appartenenti senza eccezione all'eocene, e precisamente al piano Bartoniano (p. 9) sebbene non vi abbia trovato fossili, come non ve li ho trovati io, e per dare ragione dell'opinione sua dice che « comunque carenti di fossili, sovrastano ai calcari a grandi nummuliti ». Ma quand'anche questa sovrapposizione avesse luogo veramente, ciò che pei conglomerati rossi della Calabria non si può verificare l'argomento di per sè non basterebbe punto a giustificare il collocamento di quelle rocce nell' eocene medio. Giova rammentare che le arenarie le quali alternano con quei conglomerati sono eguali a quelle di tutti gli altri lembi. e che i conglomerati rossi diversificano dagli altri conglomerati soltanto perchè

([1]) Il Seguenza (1880) ha posto nel Tongriano anche i calcari ad *Orbitoides* e le Arenarie nummulitiche dei monti di Gerace, ma, come ho detto nel capitolo antecedente, ritengo queste ultime eoceniche.

Ecco la serie di tutti i terreni che il Seguenza (1880) pone nel Tongriano, la cui reciproca posizione è indicata dalle successive lettere dell' alfabeto; aggiungerò sotto l' ordinamento nel quale dispongo io i medesimi terreni.

a Marne bianche a fucoidi di Ferruzzano, etc.

b Schisti bituminosi di Ferruzzano, Stilo, Motta, etc.

c Argille scagliose di Guardavalle, Stilo, Gioiosa, etc.

d Arenaria silicea di Ciminà, Ferruzzano, Brancaleone, etc.

e, 1. Arenaria con strati di combustibile di Agnana, Antonimina, etc.

e, 2. Strati marini di arenaria, argilla e molassa di Antonimina, M. Petto etc.

f Arenaria a *Scutellae* di Stilo; calcari ad *Orbitoides* sopra il S. Jejunio, calcari a Briozoi di Motta, Capo d'Armi, etc.

Ecco l'ordinamento ammesso da me.

Eocene superiore.

c, *in parte.* Argille scagliose di Brancaleone, Ferruzzano.

d, *in parte.* Arenaria silicea di Brancaleone, Ferruzzano.

e, 2. Strati marini nummulitici.

f, Calcari ad *Orbitoides*.

Tongriano

e, 2. Strati marini di arenaria di Antonimina, etc.

Aquitaniano

e, 1. Arenaria con strati di combustibile.

f Arenaria a *Scutellae* ?

Miocene medio

a Marne bianche a fucoidi.

b Schisti bituminosi.

c Argille scagliose quasi pell'intero.

d Arenaria silicea in gran parte.

Tortoniano

f Calcari a Briozoi.

contengono di preferenza ciottoli di diorite invece che di *gneiss* tonalitico o d' altra roccia cristallina, la qual cosa, come dirò, può derivare dalla natura differente dei monti che sovrastavano al mare nel quale i conglomerati si formavano. Del rimanente non vi ha differenza tra la posizione stratigrafica dei conglomerati e quella delle altre rocce che io affermo coetanee e che, siccome si è veduto, contengono numerosi fossili. Quelli, come queste, stanno sotto ad argille scagliose appartenenti al miocene medio, senza che fra i conglomerati e le argille stieno altre rocce le quali dovrebbero rappresentare i piani intermedî: finalmente conviene ricordare che il terreno eocenico medio forma intorno all' Aspromonte dei lembi interrotti aventi tutt' altro carattere litologico e d'altronde riccamente forniti di fossili; talchè non sembra doversi attribuire ad esso il conglomerato rosso che forma delle masse tanto estese, concordanti, anzichè discordanti colle rocce successive, e nel quale non è stato per anche trovato alcun fossile.

Il Seguenza aggiunge ai conglomerati e ritiene Bartoniane, pure senza argomenti paleontologici, le arenarie estese da Guardavalle a Stilo, sin oltre Stignano, quelle di Mammola, di Precacore, Motticella, Staiti, Brancaleone, Capo Bruzzano, quindi la massima parte di quelle rocce che ho considerato nell' esame fatto fin qui, ed altre anche più recenti. Infatti le arenarie di Stignano poste sopra le argille scagliose del miocene medio e fossilifere, non possono essere eoceniche ed appartengono certo al miocene superiore: tali ritengo pure come dirò a suo tempo quelle molto estese nei dintorni di Mammola, e per la posizione stratigrafica, e per l'andamento degli strati stessi, e pei pochi fossili racchiusivi. Le arenarie di tutti gli altri luoghi accennati le ritengo, come si è visto, appartenenti al miocene inferiore, e per confermare questo ordinamento a proposito di loro, potrei ripetere il medesimo ragionamento fatto pei conglomerati rossi, aggiungendo pelle arenarie le analogie stratigrafiche e litologiche coi lembi che il Seguenza stesso attribuisce al miocene inferiore. Le arenarie di Stilo, da non confondersi con quelle più recenti di Stignano, sono veramente, come dice il Seguenza, sovrastanti ai calcari a grandi nummuliti, cioè ai calcari del M. Consolino; ma stanno con discordanza sopra i medesimi, talchè non parrebbe dovessero succeder loro immediatamente nella serie del tempo come vuole Seguenza. D'altronde sotto ad esse sono gli strati con Orbitoidi notati dal Suess, e nella massa si trovano le altre Orbitoidi notate dal Rambotti (1877 mss.) che prima di me attribuì quelle arenarie al miocene inferiore. Pelle arenarie del Capo Bruzzano che stanno sotto ai galestri del miocene medio potrei ripetere i medesimi ragionamenti. In una parola, secondo me, tutte le rocce poste dal Seguenza nel così detto piano Bartoniano di Mayer appartengono al miocene inferiore ed in piccola parte (arenarie di Stignano) al miocene superiore. Alla sua volta il Seguenza attribuisce al miocene inferiore e più propriamente al piano Tongriano di Mayer parecchie altre rocce che sembrano a me d'epoche diverse più recenti. Egli riunisce in quel piano insieme colle arenarie fossilifere di Antonimina, colle arenarie a *Scutellae* di Stilo, e cogli strati lignitiferi di Agnana dei quali riparlerò fra poco, anche le rocce seguenti; vale a dire la zona delle « marne bianche e grigiastre a fucoidi penetrate di piromaca o impregnate di bitume » (p. 13), di presso Stilo, Staiti, Ferruzzano, della valle di Bruzzano e della marina di Brancaleone, insieme colla

zona delle sovrastanti « argille scagliose » estese particolarmente « dal territorio di Stilo fino alla marina di Brancaleone » le quali terminano con « un' arenaria perfettamente silicea » sviluppata « a Ferruzzano ed alla marina di Brancaleone ». Aggiunge poi (p. 15) il « calcare a briozoi più o meno arenoso » che vedesi sul torrente Amendolèa, alle Saline, al Capo delle Armi, da Lazzaro ai Macellari, nel territorio di Motta ad Armo, Valanidi, sopra Palmi, ecc ».

Quanto alle marne bianche con fucoidi e piromaca, ovvero bituminose, ed alle argille scagliose cotanto estese come si vedrà meglio nel capitolo seguente, esse stanno sopra le arenarie del miocene inferiore ed appartengono quindi verosimilmente al miocene medio.

Anche le arenarie silicee sovrapposte alle argille galestrine appartengono ad una delle zone più recenti del miocene medio. Finalmente i calcari a briozoi di Amendolèa, Saline, Capo delle Armi, Lazzaro, ecc., stanno sopra le argille galestrine, e come lo dimostrano i fossili che dappertutto si trovano, e che indicherò a suo tempo, appartengono al miocene superiore.

Alquanto minore è il disaccordo fra me ed il valente paleontologo intorno all'età delle arenarie a *Scutella* di Stilo e degli strati lignitiferi di Agnana che egli attribuisce, con le rocce dianzi esaminate, al piano Tongriano del Mayer.

Io paragonerò questi terreni con quelli medesimi che il Mayer ha preso per tipi del suo Tongriano ed esaminerò se possano essere ritenuti corrispondenti ai medesimi: terreni tipici del Tongriano, come dissi già, sono quelli di Jeurres, Morigny, Lesbarritz, Dax, Sangonini, Gnata, Laverda e simili.

Le arenarie con *Scutella Paulensis* e *subrotunda* di Stilo, se le specie sono ben determinate, sono evidentemente equivalenti agli strati a *Scutellae* di Schio nel Vicentino i quali non sono ritenuti come i più antichi del miocene inferiore od oligocene ma anzi vengono messi sopra gli strati di Sangonini, Salcedo, Laverda che ho citati sopra, ed invece che al piano Tongriano, da chi segue gli ordinamenti del Mayer, vengono attribuiti all'Aquitaniano che immediatamente gli succede (').

Rimangono ad esaminare, fra gli strati di cui si occupa il Seguenza, quelli di Agnana, a proposito dei quali dirò anzi tutto le opinioni che sulla loro età furono manifestate da altri geologi. Il Pilla li metteva prima (1835, 1836) nel carbonifero, poi (1837) nella formazione secondaria sotto il Giura; il Tchihatcheff (1842) insieme colle altre arenarie lignitifere li riunisce alle argille galestrine del piano successivo e li attribuisce all'Osfordiano perchè stan sovrapposti al calcare di Canolo e di M. Mutolo che egli aveva attribuito al Giurese. Il Montagna (1854, 1857, 1863, 1867), come si è visto, li mette a dirittura nel carbonifero, insieme con le ligniti di Borgotaro nel Parmigiano che sono parimente mioceniche, e pretende trovarvi una quantità di fossili di quell'epoca, citandone eziandio alcuni veramente carboniferi, ma, come dissi, provenienti dall'Inghilterra, ed aggiungendo *Nerineae* e nomi di specie proprie eziandio d'altri terreni.

Però il Pilla nel 1846 riconosceva esplicitamente che le ligniti di Agnana e di Antonimina doveano attribuirsi al « terreno terziario miocenico » (p. 236). Egli

(') Vedasi la Nota a pag. 94.

diceva: « siccome alcuni hanno creduto ravvisare in quella parte dalla Calabria un vero terreno carbonifero, basta sapere contro questa affermativa che nel deposito di Agnana presso Gerace trovai due specie di conchiglie manifestamente terziarie, e inoltre avanzi di vegetabili dicotiledoni non bene riconoscibili per essere convertiti in materia arenacea ». Anche il Burat (1853) le attribuiva al terziario.

Il Gastaldi (1863) fu il primo a riconoscere quegli strati coetanei a quelli di Cadibona, quindi appartenenti al miocene inferiore, nella quale opinione è stato seguìto poi da tutti i geologi che hanno fatto cenno delle ligniti di Agnana, eccettuato il Montagna. L'*Anthracoterium magnum* ed il *Cerithium margaritaceum*, due fossili sui quali si fonda anche il Seguenza, servono mirabilmente per paragonarli con altri terreni la cui posizione stratigrafica non è contestata. Or bene que' fossili li troviamo fuori d'Italia a Sarisap, a Dorogh, Nagy-Sap in Ungheria (Hébert) [1] negli strati di Sotzka, a Sagor, a Trifail in Stiria (R. Hoernes), a Lukavitz in Boemia; ed in Italia li troviamo a Cadibona, a Zovencedo, a Monteviale nel Vicentino dove appunto stan sopra gli strati di Gnata e Sangonini [2]. Questi luoghi sono considerati, anche dal Mayer, come tipi, non precisamente del Tongriano, ma dell'Aquitaniano che immediatamente gli succede, e come equivalenti degli strati marini di Bazac e Mérignac, e di altri strati molto estesi in Baviera ed in Svizzera. Per conseguenza chi vorrà applicare gli ordinamenti proposti dal Mayer dovrà riguardare gli strati di Antonimina, di Stilo e di Agnana come Aquitaniani, vale a dire come alquanto più recenti di quello che non li abbia considerati il Seguenza: chi non vorrà applicare gli ordinamenti del Mayer, attribuirà i terreni esaminati alla parte superiore dell'oligocene o miocene inferiore.

Dirò da ultimo che gli strati i quali vengono dal Seguenza alla loro volta attribuiti al piano Aquitaniano sono più recenti, e come si vedrà a suo luogo appartengono alla porzione inferiore del miocene superiore, ossia al piano Elveziano di Mayer.

§ 4. *Origine dei conglomerati.*

Studiando le rocce descritte in questo capitolo si può dedurre con fondamento che fin dal termine dell'eocene fossero emersi almeno in parte i monti intorno ai quali esse si formarono. Non parlo dei grossi conglomerati che si trovano insieme colle arenarie e che si potrebbero essere originati anche sotto il livello del mare ma mi fondo sulla presenza di mammiferi terrestri nelle arenarie lignitifere di Agnana e sugli strati salmastri con *Potamides* o d'acqua dolce con *Planorbis Limnaea*, ecc. che nelle medesime si trovano. Cotali strati si formarono evidentemente presso il litorale entro paludi e lagune alternativamente occupate da acque dolci e da acque salate. In quelle lagune avevano luogo di posarsi i tronchi ed i rami delle piante rapite dalle acque alla prossima terra. Contemporaneamente al largo nel mare si formavano dei sedimenti più tenui, e vi erano specie esclusive di acque

(1) Hébert et Meunier Chalmas, *Terrains tertiaires de la Hongrie*. Comptes rendus Ac. sc. t. LXXXV, 23 juillet, p. 4.

(2) Hébert et Meunier Chalmas, *Terrains tertiaires du Vicentin*. Ac. sc. 6 août 1877, p. 4.

salse, come viene provato dalla natura delle rocce e dei fossili trovati al Capo Bruzzano ed altrove.

Il Seguenza è di parere che il porfido dioritico dei conglomerati rossi o giallastri derivi dalle masse in posto, a distanza non piccola, nei dintorni di Catanzaro. Prescindendo dal fatto che queste masse dovean pur essere nel passato come sono oggi molto limitate, non tali perciò da produrre le grandi masse di quei conglomerati, parecchi altri argomenti si oppongono recisamente all'opinione del Seguenza. Ed anzitutto la distanza grandissima e la posizione affatto differente dei conglomerati rossi appetto al porfido dioritico; quelli infatti sono posti all' estremità meridionale dell' Aspromonte ed in una pendice fra il Capo Spartivento e lo Stretto, più verso il Tirreno che verso l' Jonio; questo è situato sulle pendici della Sila, più verso l'Jonio, ed è separato dai conglomerati dall' istmo di Catanzaro e da tutta l'estensione dei monti di Maida, di Serra S. Bruno e del Montalto. Se finalmente quei massi derivassero da verso Catanzaro, cioè dalla Sila, se ne dovrebbero trovare in maggior quantità nei terreni coetanei, da Stilo a Brancaleone, sia intorno alla Serra, sia intorno al Montalto, mentre in questa zona miocenica inferiore e nei pochi lembi eocenici che vi si trovano mancano quasi del tutto. In ogni caso poi vi sarebbero i monti della Serra più vicini di quelli di Catanzaro nei quali, come accennai a suo luogo, si trova lo stesso porfido dioritico. Più ragionevole è supporre che que' conglomerati derivino dallo stesso Montalto, intorno al quale sono disposti, o da isole prossime oggi scomparse; infatti la maggior parte della massa di questo, appunto a poca lontananza, anzi in qualche caso a contiguità dei conglomerati, è formata, come dissi, da rocce della zona cristallina superiore, della quale fanno parte i porfidi dioritici delle Calabrie. Se per l' appunto nè io nè altri abbiamo trovato per ora questa roccia in quella regione montuosa, non si può escludere perciò che vi si trovi, e molto meno si può escludere che vi si trovasse in un'epoca più antica, dopo la quale potrebbe essere stata sminuita dalla denudazione. Bisogna ricordare che il porfido dioritico è delle rocce più compatte e più dure, e di quelle che meno si alterano nel ruzzolare in balìa delle acque e nel rimanere esposte alle intemperie; le altre rocce di que' monti invece, salvo alcune afaniti ed anfiboliti, si sfanno facilmente e danno luogo ad una continua formazione di sabbie e di arenarie. L'accennato carattere del porfido dioritico spiega come i ciottoli di esso prevalgano in quei conglomerati dove sono poco frequenti le arenarie; invece negli altri lembi da Brancaleone in su verso settentrione le arenarie predominano, i porfidi dioritici mancano, e vi sono dei conglomerati di *gneiss* compatto, perchè nei monti sovrastanti la zona cristallina superiore è ridotta a poco spessore e predominano i *gneiss* e gli schisti ampelitici. Parmi in conclusione che la diversa natura delle rocce esaminate in questo capitolo si possa spiegare senza gravi difficoltà, col pensare ad un insieme di circostanze non molto differente da quelle di oggigiorno. A parer mio si spiegano pure con naturalezza e senza ricorrere a straordinarie supposizioni le forze le quali trassero queste rocce dai monti e le portarono là dove sono: e intendo applicare quel che ora dico anche ai grandiosi conglomerati di massi, grandi qualche metro cubo, i quali fanno parte del miocene superiore Tortoniano e del Pliocene. Il Rath parlando dei conglomerati del miocene superiore della costa jonia

formati pur essi come gli altri a spese di rocce cristalline afferma che sebbene dai fiumi sieno portate masse di uguali dimensioni, pure la stratificazione loro non mostra alcun rapporto colla disposizione delle odierne valli, quindi bisogna ritenere che solo il mare abbia potuto produrli (1873, p. 204). Il Mantovani (1878, p. 24) alludendo invece ai conglomerati miocenici dei dintorni di Reggio [1] nei quali pure sono dei massi cristallini grandiosi, dopo di avere escluso come il Rath che siano stati prodotti dai fiumi, e fondandosi particolarmente sulla presenza di alcune rocce dioritiche, e di altre uguali a quelle de' conglomerati oligocenici, che egli dice non essere note nella provincia reggiana, conclude che queste debbono provenire da distanze maggiori di 100 chilometri, e che i grandi massi debbono essere stati portati per opera di poderose correnti prodotte in un' epoca di grandi diluvî, forse contemporanea ad estesi ghiacciai, come opinava il Gastaldi per ispiegare l'origine dei conglomerati miocenici di Superga. Sebbene varie cose rimangano sempre sconosciute quando si parla dell'orografia e delle circostanze di antiche età; pure stimo che non si debba rinunciare a spiegar certi fatti, e che non si debba ricorrere a cagioni non ordinarie, se non quando i fatti medesimi non si possono spiegare con l'ordine naturale delle cose. Nel caso nostro non v' è argomento che possa combattere l'origine prettamente marina di quei conglomerati: basta leggere alcuni paragrafi dell'opera del Cialdi *Sul moto ondoso del mare* e di altre opere simili; basta studiare alquanto gli effetti del mare sui litorali a picco onde avere un'idea dei grandiosi massi che le acque possono smuovere e volgere quasi come piume, tanto più che il peso di que'massi entro il mare è come si sa ben minore di quel che parrebbe all'uomo il quale giudicasse collo stesso criterio col quale si giudica de' pesi sulla superficie terrestre. I massi de' conglomerati suddetti sono disposti a banchi e sono ravvolti in sabbie marine; sono coperti di ostriche, di balani, e d'altri simili animali; si trovano in una lunga serie di strati e di piani: non v'ha traccia in una parola di quei cataclismi che avrebbero dovuto portarli da lontano. Nei conglomerati oligocenici intorno al Montalto si trovano in quantità ghiaie e piccoli massi di diorite porfiroide, roccia rara nella Calabria meridionale, la quale come dissi può derivare da qualche lembo dell'Aspromonte stesso o da qualche isola adiacente oggi scomparsa. Nei conglomerati appartenenti al miocene superiore si trovano massi delle rocce più comuni nell' Aspromonte insieme con qualche ghiaia di diorite porfiroide e d'altre rocce rare le quali possono provenire alla loro volta dai conglomerati oligocenici.

[1] Il Montagna paragona a questi conglomerati di Reggio, altri dell'Emilia, delle Romagne e della Toscana pur miocenici; ma questi ultimi son piccole ghiaie che non hanno che fare nemmeno alla lontana coi primi.

CAPITOLO XI.

Miocene medio.

§ 1. *Disposizione topografica.*

Al di sopra del miocene inferiore, ma soltanto nel fianco orientale dell' elissoide principale, e a non grande distanza dal mare si trova una serie a volte molto estesa di argille galestrine o scagliose nelle quali alternano limitati banchi di calcari e di arenarie.

Queste argille formano lembi a volte continui, a volte interrotti, tra il Capo delle Armi a mezzogiorno ed il territorio di Guardavalle a settentrione. Al Capo delle Armi un lembo nel quale prevalgono quasi gli strati calcarei, alto non molti metri e più limitato di tutti gli altri con leggera pendenza circa verso ovest si pone tra i conglomerati rossi oligocenici ed i calcari a *Nulliporae* del miocene superiore, nascondendosi nella porzione più settentrionale sotto a sabbie postplioceniche. Il Seguenza afferma che qualche banco di questa roccia si trova più a settentrione dalla parte dello Stretto nei monti di Motta. Seguitando poi lungo i monti verso oriente dalla parte del Capo Spartivento se ne trovano presto parecchie masse isolate.

Intorno alle Saline, nel poggetto isolato che separa due bracci della fiumara di Molaro, ed in altri due poggetti contigui, sulla sinistra della Fiumara, sono delle argille, buone a far mattoni, appartenenti a quest'epoca, intercalate, pare, fra i conglomerati rossi del miocene inferiore e le arenarie del miocene superiore. Un altro piccolissimo lembo simile si trova poco più a levante, sotto il monte La Guardia presso il piano. Ritengo pure che sia della medesima epoca la roccia del colle del Calvario presso Pentadattilo.

Sulla destra della fiumara di Melito dove la valle dalle arenarie del miocene superiore passa ai più antichi schisti carboniosi, sono a notarsi le solite argille alquanto scagliose verdognole o rosse o turchine e quasi identiche ad un mattaione pliocenico un poco indurito, alternanti con alcuni straterelli di arenaria. Si estendono per breve tratto lungo il fiume nelle contrade Lucchio e Colocchio con pendenza verso nord-nord-ovest. Più in alto, sorrette dagli schisti carboniosi, ne sono due altre masse, una un poco più estesa in cima al monte che separa la regione di cui parlo dalla fiumara di Annà, e l'altra in cima al colletto della contrada Trentamodena (fig. 20). Questa, un poco isolata in mezzo agli schisti carboniosi, forma degli strati orizzontali di pochi metri che sorreggono strati concordanti, pure orizzontali, di arenaria miocenica.

Ricompariscono queste argille di colore rosso o grigio scuro per un certo tratto, lungo la sinistra della fiumara (fig. 19), fino a piccola altezza sull'alveo, dirimpetto ai luoghi nominati.

Oltrepassando la copertura formata dalle arenarie mioceniche vengono di nuovo a giorno sovrapposte ai conglomerati oligocenici, più a levante nel vallone di

Arcina, donde continuano molto più estese delle masse finora mentovate per terminare sulla sinistra della grossa fiumara di Amendolea (fig. 22). Due lembi isolati connessi certamente in origine con questa massa stanno intorno S. Carlo sull'Amendolea.

Delle argille di questa regione e particolarmente di quelle della vallecola che sbocca presso il Salto la Vecchia (fig. 3) si servivano per fare mattoni e laterizî nel grandioso stabilimento, ora chiuso, che era in quest'ultimo luogo e che produceva fin diecimila mattoni il giorno. Il colore dell' argilla è al solito rossastro ovvero turchino, ma intorno alla fiumara di Amendolea ed a S. Carlo è per lo più bigio.

Vi si trovano dei minuti cristalli di gesso e vi alternano dei banchi di calcare alberese biancastro o verdognolo con impronte di *Chondrites intricatus* Brong. e di altre fucoidi, e con tracce di foraminifere visibili nelle sezioni microscopiche, identico a quello che forma tanta parte dell'eocene superiore nell'Apennino settentrionale. Alcune analisi quantitative di codesto calcare fatte dal prof. Moschini nel r. Istituto tecnico di Reggio svelarono tracce, oltre che del carbonato di calce, anche di carbonato di magnesia, di ossido ferroso, di allumina e di silice.

Non è però improbabile, come dicevo nel Capitolo X, che alcune delle argille di questi luoghi, invece che al miocene si debbano attribuire all'eocene.

Qualche lembo si estende intorno alla fiumara di S. Pasquale, posando ora sui conglomerati del miocene inferiore ora sugli schisti carboniosi o sulle argille eoceniche.

Due lembi piccolissimi dipendenti dall'ultima massa accennata si trovano isolati sopra gli schisti carboniosi verso la marina, nella contrada Melissofaga sopra le rocce del Capo di Bova e nella contrada Deri.

Un altro lembo pure assai piccolo si trova sopra gli schisti carboniosi nella contrada Dambusena sopra il Capo Palizzi.

I varî luoghi finora mentovati si trovano tutti nella porzione più meridionale della penisola calabrese; ma l'estensione maggiore delle anzidette rocce è nel lato orientale a settentrione del Capo Spartivento e della marina di Brancaleone (fig. 4, 13). Da questo punto la massa delle argille continua senza interruzione, per la lunghezza di molti chilometri, fin sulla destra della vallata del Turbolo in quel di Màmmola, quasi a battere in quella brusca svoltata che ivi fa il gruppo delle montagne che si allarga tanto a settentrione dello strettissimo istmo formato dai monti di Gerace e di Cittanova.

In questa regione nella parte superiore delle argille sta a volte un' arenaria gialla, finissima come tripoli; un piccolo lembo se ne trova ad esempio sulla sinistra della fiumara di Siderno, fra la contrada Maschia e la contrada S. Francesco, non lungi dalla strada carrozzabile che va dalla marina di Siderno ad Agnana e Cànolo: gli strati vi pendono a sud-est.

Nel rimanente le argille hanno i soliti caratteri assai uniformi e somigliano qualche volta ad un mattaione pliocenico: soltanto vi alterna qualche raro straterello di arenaria e di calcare puro marnoso. L' unico fossile palese indicatovi è figurato dal Montagna (1854, Par. I, p. 10, 11) ed è una *Zosterites pelagica* Mgh., o *Gleichenophycos italicus* Mass. dei dintorni di Antonimina. Le argille sono finissime, rossastre, grigie, celesti, verdognole, facilmente disgregabili, franose e sterili, per cui que' tratti cui esse si estendono sono, insieme con quelli formati dalle argille

o mattaioni bianchi pliocenici, i più deserti della regione. Gli strati loro, nel tratto di paese ultimamente ricordato, posano quasi sempre sugli schisti carboniosi o sul gneiss granitoide del S. Jeiunio, del M. Campanaro e del M. Comune con pendenza per solito verso est al mare. Meno frequentemente stanno sopra le arenarie del miocene inferiore, o sopra le rocce eoceniche. Fra la fiumara di Bruzzano e la fiumara La Verde non vi sta sopra altra roccia; tra la fiumara La Verde e la fiumara Buonamico sono ricoperti da mattaioni pliocenici; nel rimanente sono quasi sempre ricoperti dal miocene superiore. Nella contrada Tripitita o Trepetiti, spartiacque tra la valle del Novito o fiumara di Siderno e la valle del Zarapoti affluente del Turbolo, un mantello di calcare ad *Amphisteginae* pliocenico interrompe per un certo tratto la continuità superficiale delle argille, ed isola così il lembo più settentrionale della massa il quale circonda per breve tratto il corso mediano della fiumara Zarapoti.

È inutile io dica che gli strati sono in questo tratto, come in tutti gli altri, sempre discordanti sopra le rocce più antiche del miocene inferiore; sono invece concordanti colle arenarie di quest'ultimo piano, osservandosi talora soltanto una piccola trasgressione fra gli uni e le altre. La pendenza degli strati è sempre piccola ed anzi talvolta essi sono orizzontali: vi sono frequenti le contorsioni parziali e le irregolarità, derivanti senza dubbio dalla natura della roccia che li costituisce. Siccome stanno sempre a ridosso dell'anticlinale montuoso, la pendenza è verso il mare; soltanto nei colli di Ferruzzano e di Bruzzano v'ha una apparenza di piccolissima curva sinclinale, perchè gli strati stanno come in un largo fondo di battello tra gli schisti carboniosi che formano la montagna nel comune di Africo, e le arenarie del miocene inferiore, dalle quali, come dissi nei capitoli antecedenti, è costituito il Capo Bruzzano (fig. 6).

La larghezza del paese occupato dalle argille fra la spiaggia e il monte è molto variabile. L'estensione è massima fra il Capo Bruzzano e la fiumara La Verde, nel qual tratto le argille s'internano anche assai nel piano di Scrisà fra i monti costituiti dalle rocce antiche, le quali stan sopra in certi luoghi quasi a picco. L'estensione è pur sempre molto ragguardevole tra la fiumara La Verde e la fiumara di Portigliola, raggiungendo il suo massimo nelle vallate di Platì (fig. 11), Cirella e Ciminà; ed in qualche luogo, al solito, come nei monti di Precacuore e di Platì, la roccia s'interna entro seni o vallate profonde racchiuse da monti scoscesi. Più ristretta assai e frastagliata da varî piccoli seni, fra cui quello lungo e stretto della valle d'Antonimina, e dal comparire di varie rocce che rendono quel tratto di paese uno dei più svariati, è la porzione più settentrionale di quel gruppo d'argille. Pochissimi lembi staccati ed isolati sopra le rocce gneissiche più antiche, o sopra arenarie del miocene inferiore, fino all'altezza di circa 600 metri e forse più, accompagnano sempre a poca distanza la massa maggiore e dimostrano, se ve ne fosse bisogno, che un tempo era più grande l'estensione di questa (fig. 5).

Si trovano cotali lembi, ora orizzontali, ora pendenti di 15 gradi od anche più, per es. intorno al M. Mutolo sopra il calcare corallino eocenico dove gli strati sono inclinati a nord-est, nella contrada Chiusa sopra il S. Jejunio dove sono circondati e sorretti dalle arenarie del miocene inferiore, nel monte Campanaro sopra i *gneiss*, nella contrada Cesare sopra Antonimina sugli schisti carboniosi, nel monte Francischella, ecc.

In qualche luogo, in queste regioni più elevate, sembrano alternanti con le arenarie simili a quelle del piano antecedente, e dove sono ad immediato contatto colle rocce cristalline, vi si vede chiuso dentro qualche masso irregolare di queste. Ciò si verifica per es. sopra il piano delle Castagnarelle verso il piano Melia, nei monti di Gerace, unico luogo di Calabria nel quale vedonsi frantumi di rocce estranee chiuse nella massa dei galestri, delle quali rocce però è bene spiegata la provenienza pella vicinanza, anzi quasi pel contatto della roccia stessa onde quei frammenti derivarono.

La facilissima disgregazione di queste argille per parte delle acque ha dato un particolare carattere al paese che esse occupano. Le colline sono nude, di colore leggermente rosso, quasi uniformi, a pendici lievissime e ridotte ad un livello poco elevato sopra quello del mare, non superando mai 500 metri. Siccome poi le rocce circostanti, cioè quelle che reggono le argille e quelle che fanno loro cappello sono di natura molto differente e molto meno disgregabile, così avviene che l'estensione occupata dalle argille è segnalata da un capo all'altro da una depressione a volte profonda, parallela alla direzione della spiaggia ed a quella dei monti, cinta per un lato dalle cime formate di rocce antiche e dall'altro da colline pur esse ben più elevate costituite da arenarie mioceniche o da altre rocce plioceniche. Il confine fra le argille e le altre rocce è sempre ben netto, e spesso è reso più rimarchevole da scoscesi dirupi che strapiombano sulle prime e che il Fuchs ha pittorescamente paragonato ai dirupi dolomitici delle Alpi.

Dove scendono frequenti le fiumare dei monti elevati, queste mantengono aperta una via diretta fino al mare a traverso le argille e le rocce sovrastanti, e l'idrografia conserva i caratteri ordinarî; l'occhio soltanto spazia da una parte all'altra e si potrebbe credere all'esistenza di una valle sola di *comba* parallela all'andamento degli strati dove è invece una serie di valli di *chiusa* perpendicolari alla direzione degli strati stessi. In alcuni luoghi però, nelle conche meno estese, si formano appunto delle valli di qualche importanza che scendono parallele a quelle depressioni fin che trovano una strada aperta verso il mare. Così accade nella vallata di Platì, Cirella e Ciminà nella quale corrono la fiumara Lundri e la fiumara di Platì. La prima, nata nei colli a ponente di Cirella, corre quasi a nord-est entro le argille, e si getta poi nella fiumara di Condojanni che piega a sud-ovest; la seconda nasce nei monti e nei colli a settentrione di Platì, corre a mezzogiorno entro le argille e volta poi a sud-ovest verso il mare.

Nei monti di Mammola, Grotteria, Martone e Gioiosa le argille non compariscono, salvo per brevissimo tratto nell'estremo del poggio di Grotteria nella contrada Bruchi là dove il Turbolo incontra la fiumara di Grotteria, se pure ai terreni di quest'epoca si debbono attribuire le argille scure, friabili, di quel luogo. Forse le arenarie del miocene superiore, che per là sono molto estese, nascondono allo sguardo i terreni più antichi. Oltrepassati quei monti, seguitando verso settentrione, dove la giogaia interna costituita dagli schisti carboniosi e da rocce più antiche torna a correre parallela al mare, intorno alla fiumara Camocelli a levante di Gioiosa, ricompariscono le argille, e si estendono non interrottamente per ragguardevole lunghezza fino al fiume Assi a mezzogiorno di Guardavalle, sorrette per lo più dalle arenarie del miocene inferiore concordanti, e coperte dal miocene medio o dal

pliocene. Dove si avvicinano alle arenarie sono però spesse volte molto scontorte e ripiegate. Formano anche in questo tratto una lunga depressione parallela alla spiaggia, ed hanno i medesimi caratteri, il medesimo colore rosso, verde o grigio, la medesima alternanza con alberesi bianchi o verdastri ed il medesimo aspetto di quelle del gruppo precedentemente descritto; ma l'idrografia della regione non è gran fatto alterata, e sono ben lungi dal raggiungere in nessun punto la larghezza raggiunta dall'altra zona più meridionale. In qualche luogo anzi, come dietro Caulonia (fig. 12), fra l'Allaro ed il Precariti, dietro Placanica ed a ponente di Camini sono così strozzate, sebbene per brevissimi tratti, che quasi parrebbe i terreni del miocene superiore andassero a sovrapporsi a quelli del miocene inferiore. Anco l'ultimo lembo (fig. 2) fra lo Stilaro e l'Assi è ristrettissimo e ridotto a strati di poca importanza. A primo aspetto parrebbero prive di stratificazione, ma con accurata osservazione si vede che pendono verso nord.

In cima al Tempone sulla destra del torrente Amusa, nel già feudo Gagliardi sotto Caulonia, e sotto Stilo sulla destra dello Stilaro si trovano negli strati superiori delle argille lembi piccolissimi di quell'arenaria fina che ho notata più sopra sulla sinistra della fiumara di Siderno.

In questo tratto di paese non trovai altri fossili se non delle *Chondrites* sull'alberese rinchiuso nelle argille di Caulonia.

Più a settentrione dell'Assi, non son note altre argille galestrine nella Calabria meridionale.

§ 2. *Caratteri litologici generali.*

Ho esposto via via alcuni dei caratteri litologici di queste argille ed ora li riassumerò e ne completerò la descrizione. Gli elementi che le costituiscono sono tenuissimi e si squagliano facilmente nell'acqua. Il colore è quasi generalmente rosso vinato cupo, o verde scuro, o a dirittura nero; quando la superficie è battuta dal sole per un pezzo, schiarisce e può diventare bianca. La massa è piuttosto tenera, plastica, friabile, e spezzata in frammenti minuti e irregolari, onde derivano la facile corrosione, il franamento e la nudità cagionata pure dalla poca permeabilità. Gli strati sono facilmente sconvolti e resi irregolari, ma sono ciò non ostante palesati dalla struttura schistosa non confondibile colle innumerevoli fratture e colle crepe secondarie, dall' alternativa regolare delle zone di vario colore e degli strati di natura differente, calcarea od arenacea, che vi sono racchiusi. A volte nelle sezioni microscopiche delle argille si vedono alcune foraminifere. I calcari solitamente racchiusi nelle argille vi formano degli straterelli tutt'al più di pochi decimetri; sono a volte ricchi di alcune specie di foraminifere microscopiche e per adoperare una parola di vernacolo, spesso impiegata nella scienza, paiono *alberesi* di grana uniforme, finissima e compatta, a frattura concoide, colorati con leggiadre tinte chiare, verdognole, cerulee, rossastre o di bianco sporco: sulle superficie esteriori sono come spalmati da leggere schistosità mediante le quali si connettono cogli schisti.

Le arenarie bigie e fine sono ancora più rare ed in strati più piccoli dei calcari. Pel loro aspetto insomma le argille sono come quelle che nell'Apennino settentrionale vengono dette *galestri*, *argille galestrine*, o *scagliose*, ed i calcari sono come

quelli che nella stessa regione vengono detti *alberesi*. Pel combinarsi in quegli strati di rocce così nettamente distinte e fornite di tali caratteri fisici che sono gli uni all'estremo degli altri, accadono quivi come altrove de' fatti che a taluni parvero e paiono, nelle circostanze ordinarie, incomprensibili. In quelle masse argillose, come più volte ho detto, non sono rari dei movimenti di suolo di qualche importanza; la roccia plastica che è di gran lunga predominante si allunga, si stira, scende lentamente verso il basso, od anche rimanendo in posto, ed a qualche profondità, si adatta alle pressioni che vengono dall'alto o dai lati per qualche cambiamento di equilibrio. Può soffrire con ciò una specie di laminazione che produce fessure e schistosità nuove le quali però non fanno sparire i piani primitivi degli strati; i cavatori relativamente a ciò la sanno più lunga degli scienziati perchè distinguono sempre nelle rocce per quanto sieno fessurate e trinciate il *verso* che è il piano originario della stratificazione. Il calcare che invece di essere tenero, duttile e malleabile, è solido, compatto e tenace, non può seguire i movimenti nè adattarsi alle pressioni come le argille; nè d'altra parte, per la piccolezza degli strati, può fare resistenza, e servire quasi di protezione e di scudo all'argilla stessa; per la qual cosa gli strati si spezzano, ed i frammenti si allontanano più o meno, rimanendo spesso uno nella direzione dell'altro, e conservando sempre una posizione che può servire di criterio a constatare la disposizione primitiva dello strato. Si ripetono insomma e si possono verificare sul terreno gl'identici effetti prodotti colle ingegnose esperienze di Daubrèe sulla laminazione dei solidi.

Coll'avanzare della denudazione le argille vengono facilmente slavate e portate via dalle acque, mentre i calcari e le arenarie rimangono sul posto e coprono la superficie di frantumi che qualcheduno sarebbe disposto a ritenere erratici o portati da qualche ignota forza endogena, mentre rappresentano lo scheletro della roccia primitiva.

Queste argille, in certi luoghi limitati racchiudono abbondanti minerali, che non formano dei filoni continui ma delle glebe isolate di varia grandezza quali si trovano pure in seno alle argille galestrine di altre regioni. Fra quei minerali si possono ricordare l'aragonite, la baritina, la manganite, la marchesite convertita spesso in limonite, il siderose che sembra talvolta pseudomorfico della marchesite, e la selenite la quale forma spesso delle sottili incrostazioni sulla superficie. Efflorescenze superficiali sono formate pure dal carbonato di soda e da altri sali. Nel calcare si trovano dei nidi con piccoli cristalli di calcite, e delle dendriti di ossido di manganese.

Dalle argille sulla destra della fiumara di Gerace, a sud di Gerace, in fondo alla valle, sgorgano delle sorgenti sulfuree a 39 g. Réaumur, adoperate per uso di bagni, al quale scopo furono costruite là intorno delle baracche di legno o di muro. Quantunque d'estate vi domini la malaria, accorrono ogni anno più di mille persone affette da malattie erpetiche e reumatiche. A pochi passi dai bagni sono delle sorgenti ricche di solfato di magnesia leggermente purgative e adoperate per bevanda.

§ 3. *Epoca geologica.*

Per determinare l'epoca di questi terreni non ci danno per ora buoni criteri i *Gleichenophycos*, le *Chondrites* e le foraminifere degli alberesi e delle argille. Altri

fossili importanti non mi son noti. È però fuor d'ogni dubbio che essi stanno sopra strati del miocene inferiore; perciò ritengo che debbano appartenere al miocene medio (¹). Il carattere litologico e la presenza di resti che solo si trovano nelle profondità dei mari, provano appunto che si tratta di depositi di mare profondo.

Per esattezza storica citerò anche le opinioni altrui intorno a questo argomento. Il Tchihatcheff (1842) attribuiva queste rocce all'Oxfordiano od all'Oolite inferiore; il Montagna (1854), perchè credette scoprirvi un *Lepidodendron*, le poneva nella parte superiore del Carbonifero; il Fuchs che le vide nei dintorni di Gerace le attribuì prima al miocene inferiore (1872), poi all'eocene (1875, Mem. II), e non molto propriamente le appellò marne gessifere.

Il Seguenza ne' suoi scritti le distingue in due zone, una delle quali è da lui attribuita al piano Liguriano (eocene superiore), l'altra al piano Tongriano, ed ambedue vengono considerate come più antiche delle arenarie del miocene inferiore da me descritte nel capitolo antecedente. Ora, invece, in qualsiasi luogo possa vedersi la contiguità delle argille scagliose con le arenarie del miocene inferiore, si scorgono quelle stare sovrapposte a queste, donde risulta chiaramente come sia inesatta l'attribuzione delle medesime a piani più antichi di quello delle arenarie anzidette. Le marne a pteropodi ed altre rocce più recenti considerate dal Seguenza stesso come appartenenti al piano Langhiano o miocene medio e sovrapposte tutte alle argille scagliose appartengono come vedremo a piani più recenti.

Per quanto so le argille scagliose di questo piano raggiungono il maggiore sviluppo appunto nella Calabria meridionale. Nella Calabria settentrionale se ne trovano forse pochi lembi mentovati dal Rambotti, fra il Lipuda e la stazione di Torre Melissa, ed a ponente di Cirò. In Sicilia ne sono ricordati altri lembi dal Seguenza.

§ 4. *Discussioni sull'origine delle argille galestrine e scagliose* (²).

Non potrei terminare questo capitolo senza parlare di proposito dell' opinione di coloro che ritengono essere d'origine eruttiva per via di vulcani di fango le argille galestrine o scagliose come queste ora descritte, mentre gli altri le ritengono d'origine sedimentaria. È lunga la storia delle idee manifestate da varî geologi intorno a questo argomento e quasi esclusivamente pelle argille scagliose dell'Emilia appartenenti per lo più all'eocene superiore. Il Santagata crede che sieno derivate da una alterazione di rocce calcaree od arenacee avvenuta in posto per opera d'acque derivanti dall'interno. Il Bianconi, il Bombicci e per quanto pare il Mantovani, le dicono derivate, se non mi sbaglio, da uno straordinario scotimento e scombussolamento di rocce sedimentarie di una od anche di più epoche, le quali sarebbero state disordinate e ridotte a fango, od anche in alcuni casi ingoiate per poi ricomparire e rimanere quetamente nella posizione stratigrafica nella quale sono. Lo Stöhr, il

(¹) Vedasi la nota a pag. 94. Se gli strati a *Scutellae* fossero sovrastanti, come vuole il Seguenza, queste argille potrebbero ancora appartenere all'Aquitaniano superiore.

(²) Questa discussione nella quale son prese in considerazione anche idee di cui sarebbe superfluo occuparsi, era opportuna nel 1880. Oggi è per lo più accettata ed è comprovata da nuovi fatti, la mia opinione dell'origine delle argille scagliose e galestrine entro mari profondi: questo paragrafo potrà valere però almeno come un riassunto della questione.

Capellini, lo Stoppani, il Fuchs, l'Omboni, il Taramelli, il Ferretti le considerano come prodotti di eruzioni fangose, e più propriamente come sedimenti usciti fuori da vulcani di fango, che qualcheduno soggiunge essere stati sottomarini. Il Gastaldi, il Doderlein, il Cocchi, il Mortillet, il Savi, lo Scarabelli, lo Zittel, il Meneghini, Spada e Orsini, il Seguenza, il Paul, il Mayer, l'Uzielli, le ritengono sedimentarie come qualsiasi altro terreno.

Esaminerò ora la questione riportandomi specialmente agli ultimi scritti, ed approfittandomi delle osservazioni fatte da me in molti luoghi anzitutto stabilirò che le due denominazioni di *argille galestrine* o *galestri*, e di *argille scagliose* sono in realtà affatto sinonime. Il Bianconi ha introdotta nel 1840 la seconda denominazione la quale è pure adottata dai geologi dell'Emilia e da alcuni altri. La prima denominazione è adoperata in vernacolo in Toscana ed anche nell'Apennino dell'Emilia; l'usano pure molti scienziati, ed è parola di buona lingua che secondo la definizione data dal Fanfani nel suo noto vocabolario alla parola *galestro*, significa « spezie di argilla (*mescolata con carbonato di calce* aggiunge il Fanfani, lo che può anco non essere) la quale si divide spontaneamente in cubi (o meglio in *frammenti*), ed esposta all'aria si disfà prontamente ». Del rimanente la sinonimia delle parole usate in Toscana e nell'Emilia risponde all' analogia anzi alla più assoluta identità litologica e stratigrafica delle rocce cui que' nomi sono applicati le quali appartengono in ambedue le regioni ad uguali piani geologici. Posta la sinonimia di queste l'Uzielli ha proposto di tenere distinte le due denominazioni di *argille scagliose* e di *galestri* applicando la prima alle argille che si rompono in iscaglie o squame più a meno lucenti, e la seconda alle argille che si rompono in frammenti poliedrici irregolari. Questa distinzione si può accettare quando si abbia bene in mente che essa è fondata soltanto sul carattere della frattura derivante dai diversi movimenti o sgusciamenti interni sofferti dalle argille, e che essa non importa di per sè alcuna differenza nell'epoca geologica e nella costituzione chimica delle due sorta di rocce cui è applicata.

Argille galestrine ed *argille scagliose* ne sono dappertutto anche in molti piani diversi, perciò quelle parole, come già è accaduto più in addietro delle parole *alberese*, *macigno*, *verrucano*, e simili, han perduto il loro significato speciale e determinato, e vengono adoperate dagli scrittori recenti, con molta ragione, in un significato prettamente litologico.

Esaminando ora l'ipotesi del Santagata dirò ch' essa mi sembra molto lontana dalla verosomiglianza, in primo luogo perchè quelle arenarie e quei calcari dalla cui alterazione sarebbero derivate le argille scagliose dell' Emilia e quelle consimili d'altri luoghi avrebbero dovuto lasciare qualche traccia di sè e de' passaggi fra loro e le argille, nè si comprenderebbe come gli strati calcarei più puri alternanti colle argille non siano stati alterati, come non sia scomparsa tutta la parte calcarea delle argille stesse, e come per l'appunto siano rimaste in queste, in tutta la loro integrità, le foraminifere che tuttora non di rado vi si vedono: in secondo luogo e principalmente a spiegare come da arenarie e da calcari possano prodursi *in posto* delle argille, bisognerebbe ricorrere ad acque od a reattivi dissolventi

dei quali parmi non possano far acquistare la minima idea nè la geologia nè la chimica. Ancor più inverosimile mi sembra l'ipotesi del Bianconi e del Bombicci, e più ancora mi sembrerebbe tale se si volesse applicarla non solo alle *argille galestrine* di qualche limitato luogo ma a tutte le argille consimili. Ed invero, se l'ingoiamento e lo scombussolamento di rocce originariamente sedimentarie spiegherebbe meglio la conversione loro in argilla, non sarebbero però conciliabili que' fenomeni colla regolare posizione sedimentare delle rocce circostanti, sovrapposte, o sottoposte, colla mancanza di tutti que' fatti che avrebbero dovuto accompagnare sì straordinario e non più veduto cataclisma, e coll'apparenza stessa delle rocce.

Rimangono a fronte due supposizioni; che sieno sedimentarie, o che sieno prodotte da vulcani di fango sottomarini; e dico a bella posta di vulcani fangosi sottomarini poichè mi sembra che dopo essere stata annunziata recentemente la presenza costante di fossili marini in seno alle argille stesse od alle altre rocce ch'esse racchiudono, si sia abbandonata l'idea che sieno prodotto di vulcani subaerei riversati sulla terraferma. Ad ogni modo prenderò ad esame la supposizione della vulcanicità, sia subaerea, sia sottomarina.

Adducono taluni, come riprova della vulcanicità, la colorazione intensa, la nudità, la sterilità e la facilità di franare. Io non ho mai visto nè mai udito dire per lo innanzi che quelle parvenze superficiali sieno peculiari dei terreni vulcanici e manchino proprio nei terreni sedimentarî; mi sembra perciò che non sia a tenersi conto di cotali fatti, spiegati chiaramente quanto mai dalla natura litologica dei terreni argillosi qualunque sia la loro origine.

A chi sospettasse, come pare, che la finezza sia esclusiva delle argille eruttate dai vulcani fangosi, osserverei, e niuno potrebbe negarlo, che oggigiorno si depositano frequentemente, e così dovevano formarsi nel passato, delle argille tenuissime. Argille tenuissime si depositano, per esempio, entro conche lacustri assai quiete, oppure nel mare profondo lontano dalla spiaggia, il quale fatto è verificato in tutte le dragate fatte durante le più recenti spedizioni scientifiche. Gli stessi fatti accaddero nelle epoche geologiche meno lontane da noi, pelle quali possiamo fare maggiori osservazioni e più verosimili induzioni, per esempio nell'epoca pliocenica. Eppure quando i neo-plutonici trovano strati di un' argilla antica tenuissima, la dicono senz'altro prodotta da un vulcano di fango, nella quale idea mi si permetta di notare intanto una esagerazione che non può essere giusta.

Formatesi una volta delle argille fine e pure, qualunque sia la loro origine, possiamo credere che gli stessi fenomeni a' quali possono accadere per le une debbano presso a poco accadere per le altre. Qualche movimento e qualche sconvolgimento locale deve accadere per effetto di pressioni e di scivolamenti, e sulle rocce non argillose, cioè calcaree ed arenacee racchiuse nelle argille, esso avrebbe quegli effetti che ho già descritti più sopra nel parlare dei caratteri litologici delle argille calabresi. Le argille stesse poi esposte a scivolamenti diventerebbero laminate e scagliose, e quando giungessero all'aperto, perdendo l'acqua e seccandosi, si screpolerebbero e si ridurrebbero in frammenti, come vediamo accadere ogni giorno. In tutti questi fatti ha che fare il carattere fisico della roccia, anco se la natura chimica

è un poco differente; nè un fango salso si può comportare diversamente da un'argilla sedimentaria così che la presenza di quei fenomeni possa svelarci senz'altro l'origine eruttiva dell'antica roccia che li presenta, come pretendono appunto alcuni geologi.

Eziandio la presenza o la mancanza di glebe minerali, di aragonite, di baritina, di siderose, di manganite, di pirite, ecc., non può distinguere un' argilla così detta vulcanica da un' argilla sedimentaria. Se qualcheduno mi dicesse che quei minerali attestano l'origine eruttiva dell' argilla che li contiene, per analogia con quanto accade nei fanghi delle salse d'oggi, risponderei che in questi non si trova nulla che ci autorizzi a stabilire cotali analogie. Del resto que' minerali si possono formare non solo nelle argille ma anche in altre rocce: e nelle argille stesse di piani differenti, o dello stesso piano ma di luoghi diversi, spesso mancano, come pur ammette il Ferretti. Che poi dove si trovano sieno formati per sublimazione coetanea alla emersione fangosa — come pure è stato scritto — questo non si potrebbe sostenere scientificamente: l'origine loro entro la massa delle argille è dovuta ad elementi portati dal di fuori dalle acque che sempre circolano, o già contenuti nell'argilla stessa dove furono lasciati per via sedimentaria. Lo stesso dicasi delle efflorescenze di cloruro di sodio, le quali sono assai rare, e di quelle più frequenti di carbonato di soda, di solfato di calce e di altri sali meno solubili, le quali se si formano sulla superficie delle salse, si formano pure non meno abbondantemente sulle argille plioceniche, sopra schisti più antichi e sopra argille anche *carbonifere* ricche di fossili, sia per diretta espulsione di sali preesistenti e sedimentati sia per reazione prodotta spesso dalla presenza di sostanze organiche.

Nè importa maggiormente la mancanza di resti organici grossolani e palesi sulla quale molto si fondavano i sostenitori della vulcanicità di certe argille. Vi sono dei grandissimi tratti di rocce non argillose, evidentemente sedimentarie, che sembrano prive affatto di fossili; bisogna poi vedere i grandi tratti delle argille turchine plioceniche nell' Emilia e nella Toscana, e delle marne bianche pure plioceniche nell'Italia meridionale, rocce che niuno almeno finora ha creduto vulcaniche, onde persuadersi che spesso delle argille anco sedimentarie possono parere prive di fossili.

Negano i neo-plutonici la disposizione delle argille scagliose a strati ed affermano cha non sono da confondersi con questi le schistosità loro derivate non dalla stratificazione ma da pressioni. Cotale questione per verità è da discutersi piuttosto che teoreticamente, praticamente, luogo per luogo, col martello alla mano; e praticamente descrivendo quello che ho visto, dirò che la distribuzione delle argille a zone diversamente colorate ammessa pur da quelli cui ora mi oppongo, è indizio, parmi, non di schistosità sopravvenuta, ma di stratificazione e di forma sedimentaria preesistente; come ne sono indizî vie maggiori gli strati delle altre rocce differenti, a volte rotti, a volte no, paralleli e fra loro e colle zone variamente colorate anzidette, paralleli quindi originariamente al piano di stratificazione primitivo (argille galestrine liguriane dell'Emilia, e cretacee superiori della Toscana e dell' Italia meridionale). Maggiore indizio della stratificazione ci vien dato dalle impronte delle *fucoidi* e dei *Taonurus*, che, pur essendo sottilissime, si vedono lungo i piani di stratificazione e non si vedrebbero per altri versi (Argille galestrine mioceniche della Calabria e

dell'alto Apennino settentrionale e del monte Pisano), e le sezioni microscopiche di certe argille scelte da me pur nei luoghi nei quali sembravano più sconvolte, le quali, se condotte perpendicolarmente al piano reale di stratificazione, mostrano ad evidenza la disposizione dei più minuti elementi nei successivi straterelli.

È inutile soggiungere che tali disposizioni della roccia non esisterebbero se questa fosse conformata ancora a dicchi i quali mostrassero la strada per cui dessa uscì allo stato fangoso, come sostiene il Ferretti. Il Ferretti però sostiene la conformazione delle argille a dicco dopo aver detto, con poca coerenza, che le osservazioni sue si accordano perfettamente con quelle dell' ingegnere Salmoiraghi cui fu affidata la costruzione di una delle più grandi gallerie per le ferrovie dell'Emilia, nelle argille scagliose, e « il quale ebbe a dire, non trattarsi già di massi (calcarei od arenacei) interclusi nelle argille scagliose; ma di strati alternanti colle medesime e frantumati da un sistema indefinitamente numeroso di salti ». Il Ferretti bensì ha creduto scorgere nella lunga serie di argille scagliose del piano Liguriano che insieme con arenarie e calcari sono allineate parallelamente al crinale apenninico presso la base di questo la serie delle strade per le quali quelle argille originariamente fangose dovettero essere, secondo lui, eruttate, ed una riprova dell'allineamento dei vulcani di fango antichi i quali le produssero. Ma invece nel dilungarsi di quelle rocce ch'io dico regolarmente stratificate e con vario carattere alternanti fra loro, non è a vedersi se non un fatto che nulla ha di straordinario, inerente alla struttura dell'Apennino come di tante altre giogaie, per cui le rocce, pendenti sull'anticlinale, quando la denudazione le abbia scoperte, appaiono allungate ed allineate parallelamente a questo. Quanto all'osservazione del Ferretti stesso che quelle masse di argilla si presentino sempre isolate una dietro l'altra come chicchi d'un rosario, dico che ciò è contraddetto dalle osservazioni e dalle affermazioni medesime del Ferretti: in realtà le argille scagliose nel basso dell'Apennino dell'Emilia occupano un orizzonte unico e costante che appartiene all'eocene superiore od anche a piano poco più recente, e le interruzioni nei loro strati derivano dalle aperture delle valli e da tutte quelle altre circostanze le quali operano pure sull'andamento delle altre rocce. Lungi dal formare masse isolate, le argille galestrine, come qualsiasi altra roccia, sono caratteristiche d' intieri orizzonti. Le argille galestrine del miocene medio sono caratteristiche di questo orizzonte dalla Calabria alla Sicilia; altre si estendono nell' eocene superiore dalla Liguria al Lazio per lo meno, cioè per mezza la penisola; altre del Senoniano occupano la Calabria meridionale e la Sicilia; altre pur della Creta vanno dall'Emilia all'Umbria.

Citano come riprova della vulcanicità delle argille anzi anche delle arenarie ch'esse racchiudono, le impronte ed i rilievi vermiformi, allungati, la cui natura fu spesso oggetto di disputa, e che il Fuchs vuole sieno spruzzi (spritzen) e bombe, derivate, egli dice, dallo sfuggire dei gas e dallo schizzare della mota delle bocche vulcaniche sulla poltiglia circostante. Per capacitarmi meglio della importanza di questo argomento aspetto le promesse descrizioni di quelle apparenze cui si vuol dare cotale origine, e starò a vedere se si comprendono in un fascio le impronte regolari e costanti dei *Nemertilites*, delle *Lumbricariae*, dei *Palaeodyction*, dei *Palaeomeandron*, dei *Cylindrites*,

delle *Hormosirae*, delle *Helminthoida*, ecc., che sono troppo evidentemente di origine organica e che s'incontrano dappertutto nelle arenarie [1].

Si fondano poi molti sullo sfasciume dei calcari e delle arenarie che ricopre la superficie delle argille e che rappresenta i frantumi e lo scheletro degli strati preesistenti denudati dalle acque, mentre per loro è un cumulo di frammenti estranei portati fuori dalle argille fangose; ma di ciò ho parlato più innanzi, e quel che ho detto basterebbe, se non fosse che parecchi, e Pio Mantovani fra gli altri, dicono di aver trovato a volte colle argille, frammenti di rocce evidentemente estranee al piano geologico nel quale le argille si trovano, e contenenti fossili di più antiche età, pei quali si mostra che furono strappati dal loro posto dai fanghi i quali li incontrarono nella loro emersione. Il Mantovani citò un *Ammonites radians* [2] in un pezzo di calcare grigio del Lias medio trovato a Ranzano in Val d'Enza (provincia di Parma) sopra argille galestrine che, se non sbaglio, appartengono all'eocene superiore. Ma nell'alta Val d'Enza come in tanti altri punti dell' alto Apennino dell'Emilia vengono a giorno parecchi lembi di calcari del Lias medio i quali contengono molte ammoniti e fra le altre appunto l'*H. boscensis*, e probabilmente deriva da quelli il frammento trovato sulla superficie delle argille a Ranzano. Il Mantovani dice che Ranzano giace piuttosto elevato sopra l'Enza e che le sorgenti di questa son lontane circa 20 chilometri, per cui mal può supporsi il trasporto di quel frammento da lontano; aggiunge che un altro ammonite, subito disperso, fu trovato in un pezzo di calcare nelle argille scagliose dello Scandianese, e che dove sono argille scagliose nell'Emilia sempre si trovano frammenti di serpentino, eufotide, diorite (cioè diabase) e granito. Replicherò che per tener conto dell'ammonite dello Scandianese che pare non sia stato nemmeno visto dal Mantovani sarebbero occorse delle notizie, e che il Ferretti nega a dirittura che un ammonite vi sia stato scoperto.

Quanto agli sfasciumi del serpentino, del granito ecc., basterà ricordare che le rocce le quali li producono fanno parte colà della stessa zona delle argille scagliose eoceniche. Quanto all'*H. boscensis* della Val d'Enza, poco monta che sia stato trovato in alto sopra il torrente anzi che nel letto di esso, dal momento che fu trovato sulla superficie del suolo. In quel gruppo apenninico importante cui fanno capo le valli del Serchio, della Magra, e dell'Enza, esistono dei calcari liassici, è ben naturale il supporre che da un di questi lembi possa derivare il fossile di Ranzano senza bisogno dell'intervento di dicchi vulcanici. Per parte mia nelle molte regioni dove ho riscontrate delle argille galestrine, non ho mai veduto frammenti di rocce estranee cui potessi attribuire una provenienza lontana, nè pezzi erratici se non quelli che si possono trovare per terra in qualunque luogo e che non hanno che fare col sottosuolo più dei muri che vi sieno costruiti sopra.

[1] A. Ferretti, *Scoperta di una fauna e di una flora miocenica in Montebbabio* (Atti Soc. it. sc. nat. 1879) p. 11. Vedansi in proposito le recenti discussioni di Nathorst che sostenne quelle impronte insieme con le *Chondrites* e con le altre pretese alghe, doversi ad animali od a tracce inorganiche, mentre Laporta ha mantenuto, mi pare felicemente, la loro origine vegetale.

[2] Veramente è un *Harpoceras boscensis* Reynés.

Come argomento per sostenere l'origine eruttiva dei galestri dicono altresì che stanno accompagnati con serpentine, dioriti, graniti ed altre rocce dette eruttive. Si potrebbe osservare che con quegli stessi galestri s' incontrano arenarie, diaspri e calcari di certo sedimentari, e nel caso non si comprende come per ispiegare l'origine loro debba darsi peso unicamente alla compagnia delle rocce serpentinose eruttive, negando interamente importanza a quella degli alberesi sedimentari. Del resto le serpentine accompagnano soltanto le argille galestrine dell'eocene superiore mentre colle argille del miocene medio, dell'eocene medio, del Senoniano, della Creta media, e del Lias superiore non si trovano nè serpentine nè graniti, nè rocce vulcaniche.

Ancor minore importanza si deve dare alla supposizione di certi pretesi metamorfismi che si dicono prodotti dalle argille, ed al contatto che queste hanno con argille rosse che si pretendono cotte come da un calore di fornace, con diaspri, con arenarie crepolate, o come dicono basaltizzate, da crepature oblique ai piani della stratificazione. Questi argomenti avrebbero avuto altra e maggiore importanza nello stato della scienza di parecchi anni addietro, ma oggigiorno sono spiegati naturalmente con ben altre ragioni che con bruciamenti e colla vulcanicità di rocce contigue.

Per alcuno dei geologi che ora combatto, uno degli argomenti che più è creduto contrario alle loro idee è la presenza di resti fossili vegetali ed animali. Alcuno come il Fuchs troppo precipitosamente la nega a dirittura, ma ora niuno sarà che lo segua in questa via; altri senza porvi mente dice che la morte regnava in quelle regioni nelle quali sorgevano dei vulcani di fango; altri dice che i fossili son portati da altri terreni, o che sono false apparenze prodotte da fenomeni inorganici e di questi parlammo già; altri si schermisce col dire che quei fossili si trovano nelle rocce alternanti colle argille ma non entro queste. Ma in realtà nei terreni formati da argille galestrine, come negli altri terreni sedimentarî, non mancano fossili; basta cercarli con maggiore o minore fatica. Nelle marne, nelle arenarie e nei calcari delle argille eoceniche superiori, che son quelle più specialmente, anzi quasi esclusivamente prese in considerazione dai geologi dell'Emilia, ho trovato frequentemente impronte di fucoidi, di *Taonurus* (*Zoophycos*), di *Cylindrites*, e di tant'altri corpi organici anche a contatto delle serpentine e delle diabasi. Nelle argille stesse poi sono stati trovati denti di squali, convertiti a volte in malachite od in rame nativo, nella valle del Bisagno dall'Issel, e forse anche nell'alta valle della Magra dal Cocchi. Nelle stesso argille della Calabria, oltre che nei calcari inclusi, ho notato e *fucoidi* e *Taonurus* e sopra tutto banchi interamente costituiti da foraminifere: nelle argille cretacee dell'Apennino settentrionale ricordo al solito e *Fucoidi* e *Taonurus*, e banchi di foraminifere, oltre alle ammoniti e ad altri fossili nelle arenarie alternanti, e finalmente citerò nelle argille scagliose liassiche superiori del monte di Cetona in Toscana le solite fucoidi ed i banchi alternanti costituiti interamente da aptici, da *Astarte*, da *Posidonomyae*, e da altre simili conchiglie. E, quel che più conta, sono a ricordarsi le foraminifere monotalamiche o dei tipi più semplici, microscopiche, che si trovano sì frequentemente nelle argille qua e colà, e che formano in gran parte gli straterelli calcarei o marnosi alternanti colle medesime. Si tratta per lo più, e con singolare uniformità, di *orbulinae*, *globigerinae*, *pulvinulinae* od *ellipsoidinae*, e simili, le quali si ripetono costantemente nei più diversi orizzonti specialmente entro ai calcari più puri, aventi aspetto d'alberesi, che

alternano con le argille. Nè meno costante in tutti i piani è la presenza nelle argille stesse dei diaspri costituiti intieramente da radiolarie.

La presenza delle radiolarie, delle *Orbulinae*, delle *Globigerinae*, dei denti di squalo, dei *Chondrites*, dei *Taonurus* è dunque carattere generale delle argille scagliose e galestrine. Non è che i fossili manchino, giacchè forse non vi è formazione che ne contenga altrettanti e queste argille dette prive d'ogni traccia di vita sono invece una immensa congerie di esseri viventi; ma si tratta di fossili microscopici e particolari, assai diversi dai grossi molluschi, dai coralli, dai briozoi, dalle piante terrestri e da simili resti che si trovano ad ogni pie' sospinto presso i litorali. Infatti i fossili sopra ricordati sono tutti eminentemente peculiari delle maggiori profondità degli oceani; le radiolarie, sebbene vivano in parte alla superficie nell'alto mare, pur secondo l' accordo omai comune si accumulano negli abissi: eminentemente pelagiche ed abitatrici dei mari più profondi sono quelle medesime specie di foraminifere indicate sopra. Nell'alto mare dimorano gli squali i cui denti si conservano talora nelle argille: pelagici furono probabilmente quei numerosi fuchi i quali parimente caduti al fondo si conservarono fino a noi. Le stesse argille rosse e vivamente colorate hanno caratteri identici alla argilla rossa (*red-clay*) dragata nelle profondità dell'Atlantico, come queste furono accompagnate quasi sempre da maggiori o minori quantità di manganite. Se i calcari e le foraminifere non sono molto frequenti in certe argille galestrine o scagliose, conviene rammentare che eziandio il fango calcare a *globigerinae gray-ooze*, *globigerina-ooze*), si trova solo qua e colà, e che ciò risponde precisamente alle circostanze in cui pure oggi si forma l'argilla rossa, la quale, si accettino le ipotesi di Carpenter o quelle di Wywille Thompson, si deve considerare come il rimasuglio di quegli esseri prevalentemente calcarei di cui la parte calcarea rimase sciolta e scomparve nelle acque.

Questi fatti così concordi e indiscutibili mostrano che le nostre argille si depositarono non già presso i litorali o sulle terre emerse per opera dei vulcani di fango, ma nei mari e nelle maggiori profondità.

Non pare che tra le argille sedimentarie e le argille emesse dai vulcani di fango, si possa fare una distinzione chimica nè una distinzione litologica essenziale. Qualche tempo addietro, trattando brevemente questo medesimo argomento dinanzi alla Società toscana di scienze naturali (1878, 10 novembre), dopo avere paragonato fra loro le due sole analisi conosciute di fanghi vulcanici del John e dell' Abich, con analisi di galestri del M. Pisano, di argille plioceniche di mare profondo, e con le analisi del Brazier di sedimenti raccolti nell'Atlantico a più di 2700 *fathoms*, conchiudevo che « le poche analisi di argille scagliose fatte finora mostrano le maggiori analogie colle analisi dei sedimenti raccolti nelle maggiori profondità dei mari; ma sono nello stesso tempo analoghe alle analisi di fanghi vulcanici ». Sarebbe inutile che io ripetessi ora come mi era proposto in principio, le analisi che allora citai e dalle quali parti il mio ragionamento. Fortunatamente, pochi mesi dopo la mia comunicazione, il Gümbel ha pubblicato uno studio *Sul materiale eruttato dal vulcano di fango di Paternò all'Etna e dai vulcani di fango in generale* (Acc. delle scienze di Monaco), con numerose analisi le quali confermano a puntino le conclusioni mie. Dopo esaminati i fanghi di Paternò, della Macaluba, di Nirano, Torre, Kumani,

di Mese Ser, dell'isola Bulla e di altri luoghi, il Gümbel conchiude che « la massa fangosa eruttata altro non rappresenta che roccia argillosa od argilla sabbiosa proveniente dalle vicinanze immediate o da profondità non rilevanti, rammollita, impregnata d'acqua e divenuta eruttiva per la tensione del gas ». Dove l'idrogeno carburato vien fuori con dell'acqua, e non lungi dalla superficie trova argille o marne, ivi forma una salsa od un vulcano di fango, come a Paternò, Nirano, Regnano, Puianello, Sassuno, e più in grande in Crimea ed intorno al Mar Caspio; dove manca l'acqua e dove il terreno non è argilloso e non si presta ad essere spappolato, invece d'una salsa rimane un getto secco d'idrogeno carburato, come a Barigazzo, Porretta, Pietramala ecc.

Ritenuti per veri gli studî del Gümbel e le cognizioni che si hanno dei vulcani di fango odierni, l'attribuire a consimili vulcani l'origine delle argille galestrine o scagliose, pur prescindendo dalle altre circostanze relative a queste, è come raggirarsi in un *circolo vizioso*, giacchè prima di diventare fanghi vulcanici queste argille avrebbero dovuto essere fanghi sedimentarî.

CAPITOLO XII.

Miocene superiore. Piano Tortoniano.

§ 1. *Descrizione topografica e paleontologica dei terreni dal capo Stalletti ai monti di Gioiosa.*

Discordanti o leggermente trasgressive sopra le argille galestrine, stanno le rocce del piano che ora vengo ad esaminare. Queste sono costituite da sabbie sciolte prevalentemente quarzose, o da arenarie cementate, più o meno grossolane, non molto diverse se non forse pella minore compattezza, da quelle del miocene inferiore, o da conglomerati grossolani nei quali si trovano dei massi di *gneiss* della grossezza fin di 8 e più metri cubi, o di argille a volte marnose, a volte grossolane, a volte fini, bianche, o da calcari arenosi cementati dal carbonato di calce tolto alle innumerevoli *nulliporae* ed ai briozoi, o da calcari rossastri o gialli, compatti, talora cellulosi formanti qua e là delle masse irregolari più o meno estese. Queste rocce sono formate a spese dei terreni più antichi che formano i monti circostanti, e circondano poco meno che interamente l'Aspromonte, con una estensione di superficie maggiore di ogni altra roccia. Più rari sono i tripoli interamente silicei. La descrizione degli aspetti sotto i quali questo terreno si presenta verrà particolareggiata via via secondo i differenti luoghi che saranno passati in rassegna. E per cominciar questa mi rifarò dai terreni che stanno lungo il litorale al solito da settentrione dove acquaversa all'Jonio, cioè dal promontorio di Stalletti, girando poi verso mezzogiorno. A settentrione della punta di Stalletti o Stalettì si estende per un certo tratto, lungo le pendici del *gneiss* fino al mare, sottoposto in certi luoghi ai gessi del piano *pontico*, un conglomerato con pezzi irregolari del *gneiss* tonalitico che forma le montuosità contigue. Al di sopra poi del

promontorio intorno al paese di Stalettì sono i medesimi conglomerati con arenarie e con calcare concrezionato, marnoso, giallo-chiaro o biancastro, isolati là sur una specie di piano non molto alto e sdraiati sopra il *gneiss*. Sopra la galleria del Grillone il Rambotti (1877) ha indicata la seguente serie tosto sopra il *gneiss*: 1° Arenarie grigiastre con fossili mal conservati; 2° calcare marnoso concrezionato con *Pecten*; 3° calcare marnoso candido finamente stratificato con straterelli più ricchi di argilla alcuni dei quali sono pieni di squame e di resti di pesci (V. anche 1876, p. 393); 4° tufo calcare che fra Copanello e Squillace si adagia dovunque direttamente sul *gneiss*. Dal tufo che sta sopra la galleria di Stalettì si levarono le pietre per i ponti principali della ferrovia jonia dal Simeri nella Calabria settentrionale al viadotto del Grillone; il tufo che sta sopra la galleria del Grillone servì per fare la calce.

A mezzogiorno del promontorio invece, nel tratto che sovraincombe al così detto Piano Sanguinario (fig. 9) il terreno è rappresentato dal solito calcare concrezionato piuttosto tenero, gialliccio, talora cariato, nel quale non trovai fossili. E pochi fossili si trovano nelle arenarie e nei soliti conglomerati con elementi non molto grossi di *gneiss* tonalitico che appunto sopra la stessa roccia in posto dopo breve interruzione si estendono quasi sempre lungo la spiaggia a Sud di Gasperina e Montepaone. Da Soverato all'Ancinale la superficie prossima alla spiaggia è occupata dalle argille turchine plioceniche; però sopra lo *gneiss* che in quel tratto costeggia la riva del mare e sotto il pliocene che sta un poco più in dentro, apparisce quasi subito a mezzogiorno della marina di Soverato un lembo staccato della solita arenaria accompagnata da conglomerati con massi di *gneiss* granitico grigio grossi talvolta fino a 5 metri cubi. Fra i fossili contenuti in questo lembo, per lo più in cattivo stato sono *Pecten scabrellus* Lck., *Clypeaster pyramidalis* Mich. Lembi più estesi di conglomerati, arenarie e marne bianche appaiono più nell'interno nei monti di Satriano, Davoli, S. Sostene, S. Andrea, Isca, Badolato (fig. 1), fra lo *gneiss* ed il pliocene.

Sotto S. Caterina la formazione di cui discorriamo comincia ad avere molta estensione che aumenta sempre più verso mezzogiorno, con interruzioni non lunghe per lo più in corrispondenza delle valli. Ignoro se in questo terreno o in altri furono trovate presso S. Caterina tracce di lignite (*Ric. fatte* ecc. 1843). Da S. Caterina la serie non è interrotta per varî chilometri fino alla sinistra del torrente Precariti; e ricoperta dal pliocene, non già sovrapposta a questo come con manifesto equivoco ritenne il Rath (1873, p. 187, 203, 207), dall'Assi in poi ricopre alla sua volta le argille galestrine del miocene medio e forma una prima serie di quelle colline che dicemmo porsi spesso tra il mare ed i monti più alti. Intorno Stignano, Riace e Camini l' estensione della roccia è molto grande e piuttosto maggiore che minore di 300 metri, per modo che il Rath ebbe a dire non trovarsi in tutta Europa altra simile e sì grandiosa formazione di conglomerato granitico. Le colline ivi giungono, nella contrada Pilazza presso Camini, a 454 metri, cui risponde a ponente, nelle argille, una depressione fonda poco più di 200 metri. Alcune porzioni più basse della roccia sono occupate per brevi tratti dalle argille plioceniche, sicchè rimangono alquanto isolati dalla massa principale alcuni lembi secondarî, come quelli del monte Tavoleria, e della contrada Malena sulla destra e sulla sinistra dello Stilaro. L'arenaria

biancastra o gialliccia ad elementi più o meno fini, a volte sciolti, in strati ben distinti, ed i conglomerati grossolani di granito, costituiscono quasi da soli il terreno; i conglomerati anzi dominano grandemente negli strati inferiori a preferenza delle arenarie che formano estesi strati superiormente: però a Guardavalle, Camini, Riace, Roccella ed in molti altri luoghi alternano nei conglomerati, estesi strati di marne bianche a foraminiferi ed entomostracei. I conglomerati predominano nelle colline di Stignano, Riace e Camini, e vi si trovano dei pezzi di *gneiss* tonalitico con ortose ed oligoclasio bianco, quarzo, e biotite, grandi qualche metro cubo, talmente che nella contrada Saglionti ed altrove ne sono aperte delle cave e ne fanno piuoli, frontoni ed altri grossi lavori. Il *gneiss* è compatto, con quarzo e feldspato bianchi, con mica nera non molto abbondante e con qualche cristallo d'orneblenda. L'identica roccia si trova, benchè in frammenti più piccoli, nei conglomerati oligocenici della stessa regione e nei conglomerati pliocenici del versante tirreno, e forma in posto una parte dei monti sovrastanti, nei quali però, come già ho detto, si troverebbero di rado dei massi talmente saldi da servire ai medesimi lavori cui servono i massi scavati dai conglomerati. Si vede che la denudazione ha operato una specie di cernita, disgregando e rompendo le porzioni predominanti meno compatte della roccia gneissica, e lasciando quasi intatte alcune parti più solide della roccia stessa. Nelle porzioni inferiori della roccia sulla sinistra dello Stilaro (fig. 2) ed altrove sono pure degli strati, alti non molti metri, di arenaria non grossolana, verdognola, notata se non erro anche dal Seguenza.

Gli strati più antichi sono abbastanza pendenti sopra le rocce sottostanti, di contro al monte; invece gli strati superiori sono assai meno inclinati benchè talora raggiungano una pendenza di 20 gradi, ed a volte sono poco meno che orizzontali: per conseguenza dove la massa è più grandiosa, per esempio nella valle dello Stilaro, esiste una reale differenza nella pendenza delle stratificazioni estreme, ed una lenta trasgressione fra le zone successive. Da ciò si può dedurre che la massa rappresenta una età non breve, la quale, se non per ora, potrà essere divisa in piani diversi quando si avranno documenti maggiori.

I fossili sono in parecchi luoghi abbondanti e discretamente conservati; ma appartengono a poche specie delle più comuni anche altrove. Negli strati più antichi, dove la strada rotabile dipartendosi dal fiume comincia a salire verso Stilo, ho trovato, insieme con parecchi fossili mal conservati e con alcune altre specie ('), l'*Ancillaria glandiformis* Lck.

(') In questi medesimi strati nel territorio di Stilo, il Seguenza (1877 *Brev. cenni* p. 15) indica parecchie specie che egli attribuisce all'Aquitaniano e che io qui riporto notando se altrove si raccolgono nel Pliocene, nel Tortoniano, nel piano degli strati di Grund od in altri strati più antichi: *Carcharodon megalodon* Ag. (Tort.), *Cylichna Brocchii* Michl., *Conus betulinoides* Lck. (Tort.), *C. Puschii* Michl. (Tort.), *C. antediluvianus* Brug. (Tort. e Plioc.), *Voluta ficulina* Lck. (Schlier). *Oliva cylindracea* Bors. (Tort.), *Ancillaria glandiformis* Lck. (Tort.), *Eburna eburnoides* Math. (Tort.). *Ficula condita* Brong. (Grund), *Xenophora Deshayesii* Mich. (Grund), *Turritella cathedralis* Brong. (Grund e Tort. di Cabrières), *T. gradata* Menke (Grund), *T. Archimedis* Brong. (Tort.), *Turbo miocenicus* Mich. (Grund). *Tapes vetula* Bast. (Tort.), *Venus Dujardini* Hoernes (Tort.), *Cytherea pedemontana* Lck. (Tort. e Plioc.), *C. ericinoides* Lck., *Pectunculus obtusatus* Partsch, (Tort.), *Pecten Tournali* Serr. (Tort.), *P. Besseri*

Negli strati superiori nel monte Tavoleria ho raccolto in quantità le seguenti specie:

Terebratula Costae Seguenza.
Anomia ephippium L.
Ostrea digitalina Dubois.
O. cochlear Poli var. *navicularis* Broc.
Pecten Besseri Andrz.
P. flabelliformis Brocc. Identico al tipo.
P. Jacobaeus L. Non presenta differenze dalle forme plioceniche.
P. scabrellus Lck. È identico al tipo pliocenico e tortoniano.
Pectunculus obtusatus Partsch.
Cytherea multilamella Lck. (¹)

Questi fossili provano chiaramente che gli strati i quali li racchiudono non sono pliocenici, come ritenne il Seguenza (1875-76, *Stud. pal.*), condotto forse dalla presenza del *Pecten flabelliformis* e di alcune sue varietà somiglianti al *P. Alessii* Phil., citato pure da lui. Del resto quella medesima specie, sebbene comunemente non citata fuori del pliocene, si trova pure nel Tortoniano dell' Imolese ed in Corsica, dove è citata dal Locard.

Parecchi lembi del terreno di cui parliamo si trovano fra il Precariti e Roccella sul confine tra le argille galestrine del miocene medio ed il pliocene. Sono costituiti al solito da alternanze di rare argille, di arenarie e di conglomerati: concorrono a formare questi ultimi, massi di *gneiss*, di tonalite, di schisti cloritici e damouritici dei monti sovrastanti, e raramente di calcare cristallino eocenico uguale a quello che forma il monte Serra e gli altri monti vicini; vi si aggiungono pure frammenti di minuti conglomerati di origine più antica, probabilmente del miocene

Andr. (Tort.), *P. Beudanti* Bast. (Schlier), *P. revolutus* Mich. (Colli di Torino, piano di Grund), *Echinolampas hemisphoericus* Lck. (Tort. a Cucuron sec. Fontannes), *Clypeaster intermedius* Desm. (Tort.), *C. Michelottii* Ag., *C. melitensis* Mich., *Ceratocyathus verrucosus* Michl. (Tort.), *Eupsammia compressa* Michel. (Tort.), *E. Sismondiana* Michl. (Tort.), *Balanophyllia praelonga* Michl. (Tort.). Nel 1880 il Seguenza (pag. 49 e seg.), cita in questo stesso territorio e attribuisce all'Aquitaniano altre 82 specie, niuna delle quali infirma ciò che si può dedurre dalle specie antecedenti. Nello stesso territorio di Stilo e Guardavalle il Seguenza cita i sotto indicati fossili che dice caratteristici del piano Langhiano (*Brev. cenni* 1877, pag. 17). Io noterò che si trovano tutti altrove nel Tortoniano. *Scaphander sublignarius* D'Orb., *Phos polygonum* Broc., *Fusus glomoides* Gené, *Xenophora cumulans* Brong., *Ficula clathrata* Lck., *Turritella Archimedis* Brong., *Turbo carinatus* Bors., *Vaginella depressa* Daud., *Cytherea erycinoides* Lck., *Cardita elongata* Bronn, *Cardium discrepans* Bast., *C. multicostatum* Broc., *Lucina Agassizii* Michl., *Arca diluvii* Lck., *Janira Besseri* Andr., *J. Grayi* Mich., *J. revoluta* Mich., *Pleuronectia cristata* Broc., *Ostrea Boblayi* Desh., *Ceratocyathus versicostatus* Mich., *C. verrucosus* Ed. et H., *Trochocyathus Bellingerii* Ed. et H., *Flabellum avicula* Michel., *F. extensum* Mich., *Ceratotrochus multiserialis* Michel., *Eupsammia compressa* Michel., *E. Sismondiana* Mich., *Balanophyllia praelonga* Michel. Nel 1880 (pag. 59 e seg.) aggiunse altre 101 specie, comprese delle foraminifere, e le attribuì tuttavia al Langhiano benchè tutte si trovino nel Miocene superiore. La stessa *Aturia Aturi* Bast., che è stata trovata al Ponte di Stilo non caratterizza il Langhiano ma trovasi pure nel così detto Elveziano e nel Tortoniano.

(¹) Il Seguenza, in questi medesimi strati designati coll'indicazione — fra Stilo e Monosterace — rammenta le seguenti specie: *Perna Soldanii* Desh., *Limea crassa* Forb., *Hinnites crispus* Brocc., 9 *Pecten* e 7 *Ostreae*, alcune delle quali rientrano in quelle ricordate da me, *Anomia patelliformis* L., *A. striata* Brocc., 6 *Balani*, *Salicornaria farciminoides* Johnst., *Miriozoon truncatum* Pall., *Membranipora lineata* L., *M. angulosa* Reuss, *Cellepora tubigera* Busk., *Crisia Hoernesii* Reuss, *Idmonea triforis* Hell., *I. concava* Reuss, *Filisparsa varians* Reuss, *Frondipora reticulata* Blainv., 1 *Cidaris*, 1 *Centrostephanus* (1880, p. 184 e seg.).

inferiore, formati pur essi a spese delle medesime rocce. I massi più grandiosi e più compatti del *gneiss* e della tonalite vengono lavorati secondo il solito per levarne stipiti ed altre cose. Gli strati presso a poco orizzontali, con lievissima pendenza verso il mare, coronano per lunghi tratti le sommità dei colli fra una vallata e l'altra: tali sono i lembi stretti e lunghi della Serra lunga fra il Precariti ed il vallone Aparile, delle Serre di Bonia fra il vallone Aparile e l'Allaro, della contrada Proserizi fra l' Allaro ed il vallone Dalcera, ed il lembo fra il predetto vallone e l'Amuso (fig. 12). Su questo lembo risiede l'antica città di Caulonia, proprio sull'estremo punto dove l'arenaria strapiomba da ogni parte, meno che dal lato del mare, sopra le argille galestrine di parecchie diecine di metri più basse. In posizioni identiche per natura litologica e per tutto, che sembrano create a bella posta dagli uomini per loro baluardo, stanno Placanica, Gerace, ed altre città e paeselli.

Sulla destra dell'Amuso viene ultimo il lembo assai più grande di Roccella, cinto irregolarmente dalle rocce circostanti, il quale termina quasi a dirupo sul litorale sabbioso presso il mare sorreggendo appunto la città e la rocca di Roccella. Il Rath fece studio particolare della roccia che forma quasi per l'intiero i conglomerati di Roccella e vi riconobbe un granito, o *gneiss* compatto, « prossimo alla tonalite, chiaro, composto di una massa granellosa con parti uguali di oligoclasio bianchissimo e di quarzo grigio chiaro cui si aggiungono laminette esagonali e piccoli prismi di biotite bruna, e ortose in piccola quantità; inoltre vi son delle laminette irregolari molto rare di mica bianco argentina la quale manca nella tonalite dell'Adamello» (1873, p. 202). Questa roccia de' conglomerati è quella stessa che forma gran parte del nucleo centrale dell'Aspromonte.

§ 2. *Dai monti di Gioiosa al capo Spartivento.*

Fino a qui questa formazione, come tutte le altre della medesima regione, occupa una posizione regolarissima, tale che andando dal monte verso il mare si traversano le rocce dalle più antiche alle più recenti. Ma nei poggi di Gioiosa, Màrtone, S. Giovanni, Grotteria e Mammola, serrati, come in un ampio golfo, da monti più elevati, gli strati che ora esaminiamo si estendono da soli sopra gli schisti carboniosi, giungendo a ragguardevoli altezze, fin sopra 700 metri nei monti Casterace, Giancè, Lia, e Farne. La pendenza nei monti di Gioiosa è ad est-sud-est, e per solito verso il mare. Le arenarie che qualche volta si sfanno in sabbia finissima formano una grandissima parte di questo tratto di paese insieme a conglomerati non molto grossolani contenenti massi di schisti carboniosi, anfiboliti, *gneiss*, tonaliti, e più raramente dioriti porfiroidi a pasta bianca: sono pure frequenti negli strati inferiori i calcari compatti. Questi sono simili a quelli del Capo Stalletti che ho già descritti, salvo l'essere talvolta micacei: servono per fare calcina e formano quasi da soli il monte di Mammola del quale è arenacea soltanto la cima, ed il prossimo monte Grazie: si dilungano poi nel basso sul Turbolo, e s' incontrano intorno a questo di faccia Mammola, nella contrada Bruchi presso alla riunione colla fiumara di Grotteria, nelle contrade S. Stefano e Bombocone, all'Annunziata presso Gioiosa ed in molti altri luoghi. Il Seguenza univa anche il calcare di questa regione al calcare con *Heterostegina* che egli attribuisce al così detto piano Elveziano, e che ritiene superiore alle

arenarie: però stratigraficamente esso è sottostante a queste. In quei luoghi nei quali feci ricerche non trovai fossili nel medesimo. Più rare sono le marne, le argille sabbiose, micacee, turchinicce, o le argille finissime che qualche volta intorno Gioiosa vengono scavate per farne mattoni ([1]).

Lungo il Turbolo nelle contrade Jorghi, S. Barbara (fig. 2), ed in altre, sopra il calcare compatto, senza la minima discordanza di stratificazione, si trovan due a tre metri di tripoli bianco o gialliccio, friabile, finissimo, in straterelli molto tenui e facilmente scissili, interamente costituito da esseri organici. Fuori di qui non ho trovato tripoli in altri luoghi della Calabria meridionale ([2]). Sopra torna il calcare giallastro compatto o cavernoso, senza fossili altro che microscopiche foraminifere, d'origine marina, e secondo ogni probabilità rispondente ai *trubi* di Sicilia. Dopo pochi metri di quel calcare succedono con pienissima concordanza le marne gessifere. ([3]).

Il tripoli è quasi interamente siliceo; pure una parte di esso, cioè le foraminifere e le scaglie di pesce, si scioglie negli acidi con viva effervescenza abbandonando palesi tracce di ossido di ferro e lasciando sole le diatomacee, le radiolarie e le spicule di spugna. Ho studiato insieme col prof. Pantanelli varî esemplari del tripoli di S. Barbara presso Mammola, sia in sezioni sottilissime, sia in polvere sciolta nell'acqua, sia nei residui dopo averlo sciolto negli acidi. Si compone di rare spicule di spugna, di squame di pesci cicloidi poco abbondanti, di poco più frequenti foraminifere appartenenti per lo più alla famiglia delle *Globigerinidae* più comuni nelle profondità dei mari, di radiolarie e quasi solo di *Acanthodesmidae* non comuni presso a poco come le foraminifere, e di un cumulo immenso di diatomacee. Ma ecco senz'altro i fossili da me trovati.

Diatomacee.

Actynociclis sp., piuttosto comune. Non avendo studiato cotali resti nè avendo trovato chi se ne occupasse debbo risparmiare di parlarne.

Spongiarii.

Tethia sp. Spicule poco frequenti.

Vioa sp.

Lithocarpium pyriforme Stöhr. Fossile a Grotte. Comune. Quest'organismo, quantunque siliceo, non è certo una radiolaria sebbene Stöhr lo consideri come tale, ma lo ritengo una gemmula di spugna. Lo Stöhr lo ha già descritto e figurato; la superficie non è formata da maglie ma sembra chiusa e coperta da 5 o 6 serie ordinate di tubercoletti un poco rilevati, confinati da linee irregolari a zick-zack, pentagonali o romboedrici, con un angolo più acuto rivolto verso il vertice. Nel centro è una leggera depressione che non è accennata nella figura dello Stöhr. L'interno poi è

([1]) Nella valle del Messinese presso Gioiosa entro le marne il Seguenza indica 12 specie di foraminifere (1880, pag. 217 e seg.), che attribuisce al suo piano Zancleano.

([2]) Il Seguenza descrive 51 specie di Radiolarie trovate in un tripoli presso Ardore (1880, pag. 230) e le attribuisce al Pliocene Zancleano; ma l'averle egli trovate colla marna a foraminifere mi fa ritenere che si tratti di un vero tripoli miocenico.

([3]) Il Seguenza ritiene che questi calcari compatti o cellulari siano d'origine chimica e probabilmente formati da sorgenti calcaree.

formato da infinite cellule vuote longitudinali che dipartendosi da una linea centrale nella direzione dell'asse maggiore del corpicciuolo, si dirigono alla periferia.

Radiolarie.

Aulacantha sp. n. Spine sottili, semplici, rette, vuote, appuntate alle due estremità. Non rare. Non è mai stata indicata veruna specie di questo genere, anzi nemmeno di altri generi della famiglia delle *Collidae*.

(Fig. 1)

Haliomma inermis Pantanelli e De Stefani sp. n. (fig. 1). Non rara. È formata da due capsule concentriche perfettamente sferiche, di cui l'esterna è il triplo dell'interna; le maglie della capsula esterna sono esattamente circolari, grandi, alquanto diseguali, separate da intervalli più piccoli. Le due capsule sono unite da 3 sottili spine radiali in direzione ortogonale le quali non passano all'esterno e non giungono nella capsula interna. Negl' intervalli delle maglie sono delle piccolissime protuberanze a guisa di aculei. È un poco affine alla *H. triactis* Ehrenberg, ma le spine radiali sono interne invece d'essere esterne.

Actinomma sp. n. Rara. A maglie molto larghe, a spine triangolari.

Ceratospyris sp. n. Rara.

Arachnocorys simplex Pantanelli e De Stefani sp. n. Rarissima. È divisa in due concamerazioni separate da una leggera strozzatura e da un setto. La prima concamerazione è cilindrica, con la superficie coperta irregolarmente dalle piccole spine, e termina con un capo tondo a capocchia di spillo, fornito di una punta conica, acuta, sottile, lunga $^1/_3$ dell'intera prima concamerazione. La seconda concamerazione è espansa a campana con altezza uguale alla prima e larghezza tripla alla base. Le maglie sono irregolari, rotonde, più grandi nella seconda concamerazione che nella prima, ed in quella più larghe assai e più irregolari dappresso alla strozzatura: alla base esse terminano in piccolissimi e brevi aculei irregolari. Tutte le maglie sono disposte senza regolarità, e per questo carattere, per la mancanza delle lunghe spine irradianti presso la strozzatura, per gli aculei più piccoli e meno numerosi, per l'apertura meno ampia, la specie si distingue dalla *A. circumtexta* Haeckel che più le rassomiglia. È la prima specie di questo genere trovata fossile.

Botryocampe cfr. *hexatalamia* Haeckel. Anche questo genere era noto finora soltanto vivente. Rarissima.

Eucyrtidium anomalum Haeckel. Vivente nel mare di Messina. Raro.

E. acuminatum Ehrenberg. Fossile nel tripoli di Caltanissetta (Ehr.) e di Grotte (Stöhr). Vivente nel Mediterraneo? Raro.

Spongurus Stöhri Pantanelli e De Stefani sp. n. (*Spongurus cylindricus* non Haeckel, Stöhr *Die Radiolarienfauna der Tripoli von Grotte*, 1880, p. 119, tav. VII, f. 3). È fossile a Grotte. Raro. È diverso dallo *S. cylindricus* Haeckel vivente nel mare di Messina, per le dimensioni più grandi assai, come ha notato lo Stöhr, perchè presso le due estremità non è strozzato ma è regolarmente convesso e proporzionatamente molto più largo. I pochi individui esaminati sono proporzionatamente più corti di quello figurato dallo Stöhr.

Spongosphaera sp. Spine non rare. Sono leggermente spirali, con tre serie di aculei secondarî molto distinti, sottili e uncinati che vanno diminuendo da una estremità all'altra.

Spongocyclia sp. n. È affine alla *S. cycloides* Haeckel, ma le maglie superiori più esterne sono più piccole assai: inoltre la nostra specie è irregolarmente rotonda. Rara.

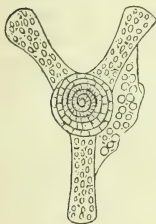
S. triangularis Stöhr. È fossile anche a Grotte. Rara.

Trematodiscus orbiculatus Haeckel. Vivente nel Mediterraneo (Haeck.), e fossile a Grotte (Stöhr). Raro.

T. cfr. *micropora* Stöhr. Fossile a Grotte. Non raro.

Perichlamidium spongiosum Stöhr. Fossile a Grotte. Non raro.

Actinospira calabra. Novum genus, nova species, Pantanelli e De Stefani (fig. 2).

(Fig. 2)

Rara. Scheletro piano o biconvesso, circolare, formato da concamerazioni disposte a spira, munito di tre larghe braccia raggianti che giacciono nel medesimo piano della parte centrale, delle quali due sono appaiate e più vicine fra loro. Le braccia sono spugnose e riunite da un intreccio spugnoso come le *Euchitoniae*. Il genere risponde in tutto ad una *Euchitonia* salvo che la parte centrale è formata da un circolo concamerato spirale, non già da circoli esattamente concentrici. Esaminando alcune preparazioni del tripoli di Grotte fatte dal medesimo Stöhr, abbiamo vedute insieme con vere *Euchitoniae* delle forme rispondenti esattamente a questa ora descritta.

La specie che ho figurata ha il tessuto spugnoso che riunisce le braccia rotto e quasi al tutto mancante. È affine alla *Euchitonia Muelleri* Haeckel, ma invece di avere nel centro 4 circoli non spirali ma concentrici, ne ha 5 spirali concamerati. Il primo circolo intorno a quello centrale ha 14 concamerazioni, il secondo 20, il terzo 22, il quarto più esterno ne ha circa 28. Le braccia vanno alquanto allargandosi verso la estremità che è un poco arrotondata: quelle appaiate sono alquanto più piccole del braccio impari: esse sono divise in concamerazioni irregolari più piccole di quelle del nucleo centrale. Noterò a questo proposito che l' *Euchitonia Muelleri* di Grotte figurata da Stöhr è diversa da quella tipica di Haeckel perchè il nucleo centrale vi ha 5 anelli concentrici, non 4.

Dichtyocha speculum Ehrenberg. Fossile a Caltanissetta (Ehr.) e Grotte (Stöhr). Molto comune.

D. messanensis Haeckel. Vivente nel mare messinese (Haeck.), e fossile a Grotte (St.). Rara.

Distephanus rotundus Stöhr. Fossile a Grotte. Comune.

Foraminifere.

Orbulina universa D'Orbigny. Poco frequente.

Globigerina bulloides D'Orbigny. Comune.

Discorbina sp. Non rara.

Pulvinulina sp. n. Fossile anche nelle marne tortoniane di Sinopoli. Non rara.

Pesci cicloidi.

Squame.

Delle 20 specie di radiolarie 7 sono nuove e non ancora trovate altrove, 1 (*Spongosphaera*) è incerta, 12 sono state trovate anche altrove o sono per lo meno assai prossime a specie già note. Di queste 4 vivono nel Mediterraneo, 2 son note fossili nel tripoli di Caltanisetta, e 10 sono comuni col tripoli di Grotte studiato da Stöhr col quale per conseguenza il tripoli di S. Barbara ha la massima analogia. Aggiungerò ancora che dei 16 generi citati, uno è affatto nuovo, e 3 non furono per l'innanzi trovati fossili. Una specie altresì (*Eucyrtidium anomalum*) è stata trovata fossile per la prima volta.

A mezzogiorno di Mammola e Gioiosa, dopo breve tratto, la formazione ripiglia il suo regolare andamento fra le argille galestrine ed il pliocene. Salvo un piccolissimo lembo sopra le argille predette, in cima al monte Molochio presso la strada fra Siderno ed Agnana, la roccia ricomincia un poco sulla sinistra del Novito, e continua in strati poco ma pur visibilmente inclinati, per alcuni chilometri (fig. 5, 11, 13), fino alla fiumara di Carèri, aumentando in estensione al suo termine meridionale a ponente di Benestare nel bosco Varraro. Predominano i conglomerati, le arenarie fine e le marne ricchissime al solito di Entomostracei e Foraminiferi con Spugne e Radiolarie; ma non mancano altre roccie: a Benestare negli strati superiori sono delle argille turchine ricche di fossili le quali sono coperte da arenarie col solito aspetto pure con fossili il cui guscio è molte volte ridotto a solfato di calce, forse per epigenesi prodotta dalle acque le quali traversano gli strati gessosi sovrastanti che formano la parte più recente del miocene superiore. Anche ad Ambutì presso Portigliola si vedono delle argille turchine in mezzo alle arenarie coperte poi da calcari compatti.

A Falcò presso Siderno il Seguenza notò una cassa timpanica spettante all'apparato auditivo destro di *Heterocetus Guiscardii* Cap.

Il Seguenza trovò pure in que' luoghi altri resti di vertebrati che inviò al Capellini. Questi vi riconobbe (1878, p. 23) denti di *Palaeodelphis minutus* Du Bus, provenienti da Malochia, Falcò ed Ambutì, ed un frammento proveniente da Falcò di rostro di *Brachyrhyncus* da lui attribuito al *B. teretrirostris* Van Beneden, di Anversa, di Montpellier, di Siena e di Orciano, frammento « lungo 5 centimetri, sguarnito affatto di denti e alquanto logoro: se però si eccettua lo stato di conservazione, quel frammento di rostro per nulla differisce dagli esemplari raccolti nella pietra leccese (p. 31) ».

Fra i numerosissimi fossili di Benestare, che è certo una delle località fossilifere più ricche del miocene superiore, un raccoglitore di Siderno Marina mi raccolse i seguenti entro le argille turchine. Ho segnato con * quelli indicati pure dal Seguenza.

Ceratocyathus ponderosus Seg.
Flabellum messanense Seg.
Caryophyllia pedunculata Seg.
**Anomia costata* Broc. (*A. Burdigalensis* Def. Seg. ?)
**Pecten scabrellus* Lck.
**Yoldia Philippii* Bellardi
Limopsis Pantanellii Cafici
**L.* sp. (*L. Aradasii* Testa, Seg.)
Pectunculus pilosus L.

**Arca diluvii* Lck.
**A. pectunculoides* Scacchi
**Cardita rudista* Lck.
**C. Jouanneti* Desm. Somiglia molto alla var. *revoluta* Seg. del pliocene che si distingue quasi solo per la minore statura.
Crassatella sp. n.
Venus islandicoides Lck.
V. clathrata Duj.
**Dentalium inaequale* Bronn
**Turbo fimbriatus* Borson
**Vermetus arenarius* L.
**Scalaria lanceolata* Broc.
**Turritella Archimedis* Brong.
**Terebra fuscata* Broc.
**Natica redempta* Mich.
N. helicina Broc.
**N. millepunctata* Lck.
**Ficula geometra* Borson
Xenophora sp.
**X. Deshayesi* Michelotti
**Chenopus pespelicani* L.
**Cerithium granulinum* Bon. È diverso dal *C. Bronni* Partsch del Viennese perchè le coste longitudinali sono un poco più numerose, più granulose e più uniformi, non essendo sì frequentemente ingrossate da varici.
**Cassis saburon* Lck.
**Strombus coronatus* Defr.
Typhis subhorridus sp. n. È un poco differente dal *T. horridus* Broc. del pliocene perchè le spine sono più corte, la coda è più grossa; quattro serie longitudinali di spine, cominciando da quelle dell'apertura, sono riunite insieme e pressochè confuse per metà da un ingrossamento longitudinale maggiore assai che nella forma del pliocene. Questa stessa specie si trova pure nel miocene superiore del Tortonese; non saprei dire se esista pure nel Viennese, non avendo esemplari di colà; dalla figura dell'Hoernes parrebbe più di si che di no.
**Murex torularius* Lck.
M. Sowerbyi Swains.
M. sp. n.
M. austriacus Tournoüer. È identico alla specie del miocene superiore viennese (*M. Sedgwicki* Hoernes non Mich.)
**Fusus longiroster* Brocchi
F. clavatus Bronn. Risponde alla forma pliocenica.
F. Valenciennesi Grat.
F. sp. n.
**Ranella marginata* Brong.
**Nassa italica* Mayer, (*N. Brocchii.* Mayer, Seg.).
**N. prysmatica* Broc.
**Phos Hoernesi* Semper (*P. polygonus* non Br. Seguenza). I nostri individui, per le piccole dimensioni e pella carena poco palese presso le suture vanno uniti a questa specie del Viennese. Giova ricordare che nel miocene superiore tortonese questa forma si trova insieme col vero *P. polygonus* Brocchi.
**Pseudoliva Brugadina* Grat.
**Columbella inflata* Seguenza. È più breve e più panciuta del tipo che è pliocenico: ha l'ultimo giro più alto in paragone al resto, e tutto segnato trasversalmente da strie separate da larghi intervalli che talora scompaiono solo superiormente, mentre nel tipo pliocenico è striata solo la base. Questa forma si trova anche nel Tortonese: la *C. nassoides* Hoernes del Viennese sembra un poco diversa.
**Mitra recticosta* Bell.

*M. Borsoni Bell.
*Ringicula sp. (R. auriculata non Mén. Seg.).
*Pleurotoma coronata Münst.
*P. contigua (Broc.) Bellardi. È certo la forma tortoniana figurata e descritta dal Bellardi, che è poco ma pur costantemente diversa dalla P. turricula Broc. del pliocene.

*Surcula Lamarcki Bell.
*S. Mercatii Bell.
*Drillia Pareti Mayer
*Genota Craverii Bell.
*Clavatula semimarginata Lck.
Conus ventricosus Bronn
*C. Berghausi Michl.
*Ancillaria glandiformis Lck.
*Marginella benestarensis Seg. (¹).

Nell'arenaria soprastante alle argille ed a contatto degli strati gessosi appartenenti al piano geologico successivo, sono i seguenti fossili il cui guscio calcare è interamente ridotto a gesso:

Cellepora globularis Reuss
Terebratula Costae Seg.
Spondylus crassicosta Lck.
Pecten scabrellus Lck.
Pectunculus obtusatus Partsch
Cardium Kuebecki Hörnes
Conus Berghausi Michelotti.

Il Seguenza (1880) vi cita pure:

Turritella bicarinata Eichw.
Venus grandis Seg.
Tapes vetula Bast.
Cytherea erycinoides Lck.
C. pedemontana Lck.
Cardita Jouanneti Des M.
Cardium discrepans Bast.
Clypeaster marginatus Lck.

(¹) Oltre ai fossili sopra indicati, il Seguenza ricorda nelle argille turchine di Benestare (1880, p. 99 e seg.) 3 specie di Pesci, 1 Cefalopode, 236 Gasteropodi, 12 Scafopodi, 3 Pteropodi, 94 Lamellibranchi, 2 Brachiopodi, 26 Ostracodi, 3 Cirripedi, 6 Anellidi, 80 Briozoarii, 6 Echinodermi, 1 Alcionario, 16 Zoantarii, 5 Spongiarii, 355 Foraminiferi, cioè in tutto 875 specie. Queste argille turchine sono dal Seguenza attribuite al Tortoniano; altre 168 specie (2 Pesci, 17 Lamellibranchi, 3 Brachiopodi, 6 Ostracodi, 3 Cirripedi, 2 Anellidi, 52 Briozoarii, 4 Echinodermi, 1 Zoantario, 1 Spongiario, 77 Foraminiferi) sono dal medesimo citate nelle sabbie sottostanti attribuite all' Elveziano (1880, p. 71 e seg.). Altri 4 Lamellibranchi ed 1 Briozoaro sono indicati nelle argille di Ambutì (pag. 121), e 2 Pesci, 4 Gasteropodi, 31 Lamellibranchi, 2 Brachiopodi, 3 Ostracodi, 2 Cirripedi, 4 Anellidi, 70 Briozoarii, 4 Echinodermi, 2 Spongiarii, 43 Foraminiferi, cioè 167 specie, nelle sabbie dello stesso luogo sottostanti alle argille (pag. 71 e seg.).

A Malochia presso Agnana, il Seguenza indica 88 specie, vale a dire 4 Pesci, 22 Lamellibranchi, 2 Brachiopodi, 6 Ostracodi, 1 Anellide, 18 Briozoarii, 1 Echinoderma, 2 Spongiarii, 32 Foraminiferi.

Nel Colle Falcò presso Agnana trovo indicati: *Carcharodon productus* Ag., *Oxyrhina trigonodon* Ag., *O. xyphodon* Ag., *O. tumidula* Costa, *Odontaspis dubia* Ag., *Venus insignis* Seg., *Cardita Jouanneti* Des M. *Pecten scabrellus* Lck., *Janira Besseri* Andrz., *I. Beudanti* Bast., *Terebratula Costae* Seg., *Balanus concavus* Bronn, *Clypeaster pyramidalis* Mich. e var. *brevior* Seg., *Heterostegina papyracea* Seg.

Ai Crudeli presso Siderno trovansi *Cardium discrepans* Bast., *Janira Besseri* Andrz., *Clypeaster pyramidalis* var. *brevior* Seg., *Heterostegina papyracea* Seg.

A Santa Barbara sono: *Carcharodon productus* Ag., *Cardita Jouanneti* Des M. *Pectunculus Fitchteli* Desh., *Pecten scabrellus* Lck., *Janira Besseri* Andrz., *Ostrea tenuiplicata* Seg., *Terebratula Costae* Seg., *Heterostegina papyracea* Seg.

Tutte queste specie delle sabbie sono dal Seguenza attribuite all'Elveziano ed in tutto sono 336. Nel loro insieme sono identiche a quelle che si trovano nelle sabbie della regione occidentale.

Le marne hanno una fauna molto uniforme, ricchissima, esclusivamente formata da resti microscopici, che mostrano la loro formazione essere avvenuta a grandi profondità.

Nelle argille bianche alternativamente marnose e sabbiose, sotto Gerace, alte poche diecine di metri, sovrastanti a conglomerati dello stesso piano e coperte dal calcare pliocenico ad *Amphistegina* ed a Briozoi abbondano *Orbulina universa* D'Orb., *Robulina cultrata* D'Orb., con *Globigerinae*, *Textulariae*, *Nodosariae*. Il Seguenza vi indica una numerosissima serie di Entomostracei e Foraminiferi (1880, p. 191 e seg.) che egli attribuisce al pliocene, quindi cita promiscuamente con la serie del sovrastante calcare pliocenico ad Amphistegina. Otto o nove foraminifere sono indicate dal Seguenza nelle marne di Benestare; una *Ostrea*, e 13 Ostracodi, 2 Briozoi, 129 Foraminiferi, oltre alle 51 Radiolarie lo sono ad Ardore; a Portigliola finalmente sono citate le seguenti specie che io riporto per dare una idea della fauna.

Pontocypris mytiloides Norm.
Bairdia subdeltoidea Münst.
B. complanata Brady
B. obtusata Sars
Macrocypris minna Baird
Cythere elongata Seg.
C. pliocenica Seg.
C. semilunata Seg.
C. radiatopora Seg.
Loxoconcha impressa Baird
Xestoleberis depressa Sars
Salicornaria farciminoides Johnst.
Scrupocellaria elliptica Reuss
Crisia Hoernesii Reuss
Lagena Lyellii Seg.
L. lucida Wils.
Nodosaria raphanistrum L.
N. interrupta Silv.
N. longiscata D'Orb.
N. antennula Costa
Frondicularia compressa Costa
F. alata D'Orb.
Dentalina acuta D'Orb.
D. pungens Reuss
D. nodosa D'Orb.
D. cornicula D'Orb.
D. discreta Reuss
D. adunca Costa
D. corniculata Seg.
Pullenia compressa Seg.
Nonionina communis D'Orb.
N. scapha Ficht. et Moll
N. umbilicata Mtg.
Polystomella crispa D'Orb.
Marginulina glabra D'Orb.
M. spinulosa Karr.
M. striata Seg.
M. raphanus D'Orb.
M. Costae Seg.
Vaginulina italica Costa
Cristellaria crepidula Ficht. et Moll
Robulina inornata D'Orb.
R. rotulata Lck.
R. cultrata D'Orb.
R. echinata D'Orb.
R. Helenae Karr.
Ellipsoidina abbreviata Seg.
E. ellipsoides Seg.
Sphoeroidina bulloides D'Orb.
Pulvinulina auricula Ficht. et Moll
P. Boueana D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
G. triloba Reuss
Truncatulina Dutemplei D'Orb.
T. ungeriana D'Orb.
T. helicina Costa
T. lobatula D'Orb.
T. variolata D'Orb.
Planulina ariminensis D'Orb.
Bolivina punctata D'Orb.
Schizopora calabro-sicula Seg.

Clavulina communis D'Orb.
C. cylindrica Hantk.
Plecanium sagittula D'Orb.
P. abbreviatum D'Orb.
P. gibbosum D'Orb.
Quinqueloculina asperula Seg.

Dalle marne circostanti a Gerace, dette dai popolani *Molis*, usarono sempre ed usano ancora levare il salnitro nello stesso modo che usano al Brasile ed altrove colla terra di alcune caverne. Sulle pareti di certe grotte o gallerie scavate artificialmente nelle marne, ed in generale sulla superficie di queste, si formano delle croste di salnitro; ogni uno o due mesi, quando le croste sono alte un dito o due, la gente va a levarle; oppure si taglia la roccia in pezzi che stendono nelle grotte stesse, mescolando tutto con fimo; lasciano tutto all'aria per qualche tempo, dopo di che lisciviano la massa e ne levano il sale. Da quella polvere levano circa *rotola* 4 di nitro per *cantaro*. Simili croste di nitro di cui qualche volta si giova la gente, trovansi pure, sebbene meno abbondanti, nei dintorni di Ardore, Siderno, Condojanni, Caulonia, Gioiosa, ed anche ad Arena sulle pendici tirrene, per lo più in terreni di questo piano stesso che ora esaminiamo. Nel 1600 il Governo bandì tutte queste nitriere le quali stettero chiuse un pezzo senza che nessuno se ne approfittasse.

Sulla sinistra del Novito negli strati inferiori, fra le argille scagliose e le arenarie son dei calcari compatti o pieni di bitorzoli come quelli di Mammola e degli altri luoghi fin qui nominati: essi pendono circa verso est dalla parte del mare. Nel monte di Geràce al contrario questi calcari, con eguali caratteri e con potenza di molti metri, si trovano negli strati superiori, sotto al pliocene, ed inferiormente alternano colle arenarie medesime colle quali sono pienamente concordanti (fig. 26). Fu disputato fra il Seguenza ed il Fuchs intorno all' età dei medesimi ritenendoli il Fuchs miocenici, ed opinando il Seguenza che formassero de' massi e delle concrezioni irregolari alla base del pliocene. Sebbene a volte questi calcari, per effetto della denudazione, formino delle masse che sembrano intruse quasi nelle argille plioceniche d'alto fondo, pure ritengo col Fuchs che sieno miocenici, pei fatti dianzi accennati della concordanza e dell' alternanza con rocce mioceniche, ed oltre a ciò perchè un calcare identico, come più volte ho accennato, si trova spesso rinchiuso negli strati miocenici d'altri luoghi, anco sul Novito dalla parte opposta a quella dove sta Gerace, cioè sulla sinistra, dove notai che forma parte degli strati inferiori del miocene: mi pare che eziandio dal lato litologico quel calcare abbia assai pochi rapporti colle sovrastanti argille plioceniche d'alto fondo, tanto più che qui in Calabria non si troverebbe una roccia simile in alcuna altra parte del pliocene. Sotto al pliocene sul quale sta la città di Gerace, fra esso e le argille galestrine, stanno i soliti conglomerati alti da 30 a 50 metri che il Fuchs riunì al pliocene, ma che sono diretta continuazione degli altri strati miocenici [1].

[1] Nelle arenarie che fanno seguito a questi conglomerati, a settentrione di Gerace verso il Novito, Seguenza indica nuclei di *Cardita Jouanneti* Des M. e *Venus umbonaria* Lck., negli strati superiori, e negli strati inferiori *Operculina complanata* D'Orb., *Ostrea Boblayi* Desh., *Pecten Besseri* Andr., *P. aduncus* Eich., *P. scabrellus* Lck., *Clypeaster pyramidalis* Mich., (1875. *Sulla rel.* Mem. II. Bull. r. C. g. p. 189).

§ 3. *Dal Capo Spartivento alla Piana.*

Dai colli di Bianco fino al Capo Spartivento, il *Promontorium Herculis* dei Romani, non si trovano più queste rocce, essendo la superficie occupata dalle argille galestrine. Al Capo suddetto l'arenaria ed il conglomerato di ciottoli di *gneiss*, raramente di diorite, in strati lievemente pendenti ad ovest-nord-ovest verso il mare, formano per breve tratto le pendici del Capo, a dritta ed a sinistra del vallone Patarella, essendo la sommità coronata da terreni pliocenici. In alcuni *gneiss* delle ghiaie di questo luogo l'Achiardi (1879) notò che il feldspato è formato da lamelle alternanti di ortose e d'albite.

Un altro piccolo lembo di arenaria e di conglomerato, sovrapposto alle argille galestrine, forma la Punta di Palizzi sulla quale è la Torre mozza, ed altri cinque piccolissimi tratti trovansi lì presso, allineati parallelamente alla spiaggia ed isolati sugli schisti carboniosi, fra la Punta e la fiumara di S. Pasquale, nelle contrade dette Piristeri, Giandoni e Aprilei.

Due tratti brevissimi di arenaria appariscono ancora quasi orizzontali sopra le argille galestrine tosto a destra della fiumara Sideroni, uno più lungo a sinistra del vallone di Vrica ed uno piccolissimo alla destra, presso la foce, coperto in modo al solito discordante dalle argille plioceniche. Un tratto più grande comparisce nel monte Papagallo sulla sinistra dell'Amendolea, fin sulla spiaggia, coperto in parte dalle argille plioceniche e pendente verso sud-est. Intorno all'Amendolea il Seguenza (1873, *Stud. strat. form. plioc.*, p. 135 ed altrove) trovò *Pecten flabelliformis* Brocchi, *P. scabrellus* Lck., e la *Rhynconella plicato dentata* Costa, che vi è non rara e che egli indica col nome di *R. bipartita* Broc., ed attribuì quei terreni al suo pliocene inferiore o Zancleano. Ma come ho detto, quelle arenarie stanno discordanti sotto alle marne bianche plioceniche, e non vi è ragione di separarle dai terreni contigui certamente miocenici. D'altronde i due *Pecten* si trovano tanto nel pliocene che nel Tortoniano e la *Rhynconella* è comune nel Tortoniano.

Sulla destra dell'Amendolea è un tratto piuttosto grande di argille galestrine le quali e lungo la spiaggia fino alla fiumara Acrifà, nei monti Tromba e Tifra, e nelle contrade Grapidà e Saracena sono ricoperte da 9 o 10 lembi di calcare che ritengo Tortoniano (fig. 22), simile a quello di Mammola e di Gerace, il quale forma le cime di molti colletti allungati fra una vallecola e l'altra.

Lo stesso calcare qualche volta alternante con un poco di marna si ritrova lungo la spiaggia sulla destra del vallone Acrifà, sulla sinistra e sulla destra del torrente di Salto la Vecchia (fig. 3, 21) dove pende alquanto a sud-est. Quivi è biancastro, tenero, più o meno cavernoso, e vi è un grandioso stabilimento per farne calce. Si trova ancora sulla sinistra del Vallone d'Arcina dove è ricoperto da conglomerati postpliocenici. Il calcare di questi luoghi sta nella parte superiore di una massa d'arenaria più o meno grossolana ad elementi *gneissici* e con qualche straterello marnoso od argilloso. Questa, in strati distinti non molto pendenti a sud-sud-ovest od a ovest-nord-ovest e verso il mare, riposa ora sulle argille galestrine o sul miocene inferiore, ora sugli schisti carboniosi, e si estende dalla destra dell'Acrifà fino alla fiumara di Molaro o delle Saline (fig. 19), alzandosi da una parte fino all'altezza di più che

600 metri ed abbassandosi dall'altra fino alla spiaggia senza essere coperta da roccia più recente se non da minimo lembo di postpliocene intorno alla foce dell'Arcina. Un lembo ristrettissimo di arenaria, presso a questa massa, comparisce sopra i galestri, in cima al colle della contrada Trentamodena. Fossili non ne ho trovati salvo dei frammenti di *Pecten Besseri* Andrz. intorno alla fiumara di Melito. Prima di passare oltre ricorderò che le estremità più meridionali d'Italia, cioè il Capo Spartivento, la Punta di Palizzi e i dintorni di Melito sono costituite appunto dall'arenaria di questo piano.

Dalle Saline la costa si dirige verso settentrione e la formazione arenacea rimane per lungo tratto interrotta e frastagliata.

Il Capo delle Armi è formato da un calcare biancastro la cui candidezza fece dare al Capo, dagli antichi greci, il nome di Leucopetra. Esso è talora un po'cavernoso ed in strati scontorti pendenti ad ovest o ad ovest-nord-ovest, sovrapposti ad un piccolissimo lembo di argille galestrine e coperti in qualche luogo dal postpliocene. È povero di molluschi, come *Pecten*, *Carditae;* ma ricco di briozoi e di *Nulliporae* e per la sua compattezza viene continuamente scavato e mandato a Reggio ed anche in Sicilia, dove serve per lastricati e per usi ornamentali. Col calcare alternano degli strati di arenaria sciolta formata da elementi *gneissici* (fig. 18) nella quale si trovano briozoi e coralli discretamente conservati, come pure spoglie di pesci.

Le specie da me notate nei calcari e nelle arenarie sono le seguenti:

Pecten Besseri Andrz.
Membranipora Lacroixii Sav.
Cellepora globularis Reuss, molto abbondante.
Carcharodon megalodon Ag. (Istituto tecnico di Reggio).
Lithothamnium sp. Nel calcare [1].

Di maggiore importanza, per la loro rarità, sono i pesci che vennero trovati nelle marne alternanti col calcare allorquando venne forata la galleria pella strada ferrata. Alcuni di que' pesci vennero alle mani del De Bosniaski il quale vi ha riconosciuto i seguenti generi (1879):

Chrysophrys an *Pagellus?*
Thynnus sp.?
Clupea sp.? Diverse squame.

Il De Bosniaski notò l'analogia dei resti citati con quelli meglio conservati di Cutrò nella Calabria settentrionale che egli ricevette dal prof. Lovisato, e concluse che la fauna di questi due luoghi si deve ritenere « o come una *facies* di alto mare contemporanea alla fauna litorale del Tripoli, ovvero, il che è più verosimile, come la fauna immediatamente anteriore a quella del Tripoli stesso ».

A settentrione del Capo delle Armi gli strati sottostanti al calcare sembra sieno formati dalle arenarie, le quali poi si estendono lungo mare fra il miocene inferiore ed il postpliocene fino oltre la Ferrina un poco a settentrione di Lazzaro [2].

Del resto lungo il lato occidentale della spiaggia calabrese, dirimpetto alla Sicilia, dal Capo delle Armi fino ai monti di Calanna e Laganadi che dalla massa

[1] Nel calcare a *Celleporae* e *Nulliporae* dei dintorni del Capo delle Armi, il Seguenza (1877 e 1880 p. 40), trovò pure *Oxyrhina xyphodon* Ag., e *O. Desorii* Ag.

[2] Erroneamente la carta dello Stato maggiore chiama questo luogo S. Lazzaro.

centrale dell'Aspromonte si protendono verso lo Stretto, si vedono scoperte per ampio tratto le arenarie di questo piano sotto il grosso mantello delle rocce plioceniche e postplioceniche il quale spesso le nasconde alla vista.

Un lembo cinto da sabbie postplioceniche comparisce sul mare ai Boccali quasi alla punta del Pellaro. Una estensione maggiore comparisce fra il miocene inferiore ed il postpliocene nei monti di Motta, e sotto Motta colle arenarie si trova pure il calcare a briozoi, il quale viene scavato pei soliti usi.

Si trovan poi lembi dell'arenaria sulla sinistra della fiumara di Vallanidi, e quivi presso, nella fiumara di Macellari viene scavato altro calcare a *Cellepora* e *Nullipora*, detto *pietra Macellari* che viene adoperato per costruzioni: vi si trovano non di rado denti di *Carcharodon.* Presso Armo è un calcare di tessitura finissima non dissimile da quello di Mammola e di Gerace.

Sulla destra della fiumara di Vallanidi seguita l'arenaria (fig. 7): essa è per lo più di colorito ceruleo scuro, ad elementi fini, ed alterna a volte con argille indurite, a volte con ghiaiette o conglomerati un poco grossolani formati a spese delle rocce cristalline dei monti circostanti: gli strati sono inclinati spesso verso nord con angolo anche di 40 gradi sull'orizzonte. Quest'arenaria forma il suolo dell' altipiano alto da 220 a 400 metri sur uno de' cui lembi è Gallina: intorno a questo paese l'arenaria è così ricca di mica e di elementi feldspatici che sembra quasi un *gneiss* rigenerato. Vi sono piuttosto frequenti delle impronte di piante terrestri non però determinabili, e delle vermicolazioni che coprono il piano di certi strati, simili a quelle che s'incontrano così frequentemente nelle arenarie eoceniche in Italia e fuori. In certi luoghi più asciutti abbondano sull'arenaria efflorescenze di carbonato di sodio. Nell'alto piano di Gallina l'arenaria posa sui micaschisti cristallini, alla base è cinta da rocce postplioceniche, ed è ricoperta dal pliocene, dal postpliocene o direttamente dalla terra rossa alluvionale. Non ho trovato altri fossili in questo tratto se non delle oscure impronte di *Vaginellae* (*V. depressa* Daud.) e di *Hyaleae*, le quali divengono poi abbondanti in altri luoghi a settentrione, e cominciano a mostrare che il terreno nel quale si trovano fu depositato a profondità maggiore che non le altre arenarie esaminate fin qui.

Più a settentrione le medesime arenarie, non grossolane, di colore ceruleo cupo, accompagnate di rado da marne biancastre o cerulee, si trovano nel fondo delle valli e dei torrentelli sotto il pliocene e sotto il postpliocene nella valletta delle Carrubbare che scende alla fiumara dello Spirito Santo, la quale termina a Reggio, o sotto le sabbie plioceniche nelle vallate dell' Annunziata (fig. 6) e dei torrenti Torbido e Scaccioli. In queste vallate sotto l'arenaria si scopre il suolo formato dai micaschisti. Alle Carrubbare trovai colle *Cleodorae* e colle *Diacriae* un *Fusus*, però in cattivo stato.

Alcuni lembi di marne bianche trovansi ancora nelle valli di Gallico e di Catona.

§ 4. *La Piana, la valle del Mesima, il Capo Vaticano, la valle dell'Amato.*

A settentrione dello Stretto si apre, come dissi più volte, la Piana, che è la continuazione del golfo di Gioia, ricinta da *gneiss.* Da questa regione in là mancano interamente le rocce intermedie fra gli schisti cristallini e gli strati del miocene

superiore che il Rath e molti altri ritenevano pliocenici non avendoli visitati alcuno dal Philippi in poi. A mezzogiorno di Gioia un' estesa lingua di *gneiss* separa la Piana dal mare. Ivi, dalla parte del mare si trovano un lembo di arenaria o meglio di sabbia sciolta intorno a Sansone presso Bagnara, ed altri due lembi più piccoli sotto il piano della Corona [1], sopra il Montalto di Bagnara: i tre lembi nominati si traversano o si costeggiano tutti colla strada carrozzabile litorale fra Palmi e Bagnara.

Dalla parte di terra, invece, l'esteso triangolo che sta fra la lingua suddetta, il fiume Marro e la giogaia centrale, regione che fu massimamente colpita dai terremoti del 1783, è riempito da rocce di questo periodo in strati orizzontali (fig. 11), che vi formano declivi colline alte anco 600 metri e più, coperte qua e là da terreno postpliocenico o da terra rossa più recente sotto la quale anzi vanno a nascondersi nella regione piana sottostante dalla parte del mare. Non mancano le arenarie e le sabbie disaggregate, per esempio a ponente di S. Eufemia; e nella punta estrema fra il mare ed il fiume Petrace che è la continuazione del Marro si trova un calcare buono a far calcina simile a quello di Mammola e degli altri luoghi già esaminati [2]. Ma la roccia di gran lunga predominante è una marna finissima, bianca od un poco cerulea, friabile, formante strati regolari poco inclinati profondamente solcati dalle acque, la quale spesso quando è priva di vegetazione si riconosce anche da lungi, e dà un aspetto desolato a certi tratti di terreno i quali contrastano coi luoghi vicini coperti di abbondante verzura. Molti grani di quarzo ben visibili al polariscopio, con biotite ed alcuni altri minerali provenienti dallo sfacelo delle rocce cristalline e con una moltitudine di esseri organici per lo più microscopici, concorrono a formare questa roccia. Qualche frammento di conchiglia come *Corbulae* ecc., coralli, pteropodi, squame di pesci cicloidi, entomostracei, foraminifere specialmente *Globigerinidae*, e qualche radiolaria e spicule di spugna sono frequenti in molti luoghi (S. Eufemia, Seminara, Sinopoli, Oppido, Casoleto, Melicuccà, S. Procopio, ecc.). Da questi fossili come dalla tenuità dei sedimenti si può dedurre che quei terreni si depositarono nei mari a profondità notevoli. Studiando al microscopio una marna bianca di Sinopoli v'ho trovato:

Squame di pesci cicloidi, piuttosto rare.
Spicule di spugna, rare.
Radiolarie. *Aulacantha* sp. diversa da quella del tripoli. Spicule diritte, vuote: non comuni.

Orbulina universa D'Orb., rara.
Globigerina bulloides D'Orb. comune.
Discorbina sp.

[1] Nell'arenaria calcarea del piano della Corona il Seguenza (1880 p. 156) indica questi fossili che attribuisce al Tortoniano *Haliotis volhinica* Eich., *Venus umbonaria* Lck., *Arca umbonata* Lck., *A. clathrata* Defr., *A. barbata* L., *Lima squamosa* Lck., *Pecten Reussi* Hoern., *P. elegans* Andrz, *P. septemradiatus* Müll., *Cidaris tessurata* Mgh., *Heliastraea Reussana* Ed. et H., *Porites incrustans* Ed. et H., *P. straliformis* Seg.

[2] Nei dintorni di Palmi il Seguenza (1880 p. 49) indica pure un calcare a *Nullipora* e Briozoi con *Carcharodon megalodon* Ag., *C. rectidens* Ag., *Oxyrhina Desorii* Ag., *O. xyphodon* Ag., *Sphoerodus annulatus* Ag.; egli attribuisce quella roccia all'Aquitaniano.

(Fig. 3)

Pulvinulina sp. n. (fig. 3). Non rara, formata da 11 camere sempre decrescenti, disposte a spirale, con superficie assai finamente punteggiata, superiormente convesse: inferiormente piane, esteriormente contornate da un listello,

Textilaria sp. piuttosto rara, oltre a parecchie altre foraminifere e ad entomastracei.

Nelle marne di Seminara sono indicati i seguenti fossili dal Seguenza (1880, *Piano zancleano*, pag. 184 seg.). Essi rispondono in tutto a quelli delle marne di Ardore, Portigliola ecc., nella regione jonica:

Ostrea minima Seg.
Bairdia subdeltoidea Münst.
B. complanata Brady
B. obtusata Sars
Macrocypris calabra Seg.
Cythere histrix Reuss
C. pliocenica Seg.
C. radiatopora Seg.
Cytherella lucida Seg.
Salicornaria farciminoides Johnst.
Scrupocellaria elliptica Reuss
Crisia Hoernesii Reuss
Lagena cucurbita Seg.
L. vulgaris Will.
L. striata D'Orb.
L. lucida Will.
L. marginata Walk.
Fissurina carinata Reuss
F. alata Reuss
F. latimarginis Seg.
Nodosaria gemina Silv.
N. ovicula D'Orb.
N. subaequalis Costa
Glandulina elliptica Reuss
G. discreta Reuss.
Frondicularia compressa Costa
F. acuminato-striata Seg.
Dentalina pungens Reuss
D. acicularis Costa
D. aciculata D'Orb.
D. strigosa Costa
D. discreta Reuss
D. calcarata Seg.
D. mucronata Neug.
D. communis D'Orb.
D. corniculata Seg.
Polystomella crispa D' Orb.
Marginulina glabra D'Orb.
M. siliqua Seg.
M. raphanus D'Orb.
M. Costae Seg.
Cristellaria sulcata Costa
C. cassis Lck.
C. Josephina D'Orb.
Planularia similis Costa
Robulina inornata D'Orb.
R. depauperata Reuss
R. vortex Ficht. et Moll
R. serpens Seg.
R. rotulata Lck.
R. cultrata D'Orb.
R. similis D'Orb.
R. stellata Seg.
R. calcarata D'Orb.
R. echinata D'Orb.
Polymorphina involvens Seg.
Bulimina pyrula D'Orb.
Virgulina Schreibersii Cziz.
Sphoeroidina bulloides D'Orb.
Pulvinulina auricula Ficht. et Moll
Orbulina universa D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
G. quatriloba D'Orb.
G. difformis Seg.
G. triloba Reuss
G. gomitulus Seg.
G. ovoidea Seg.

Discorbina globularis Seg.
Truncatulina helicina Costa
T. lobatula D'Orb.
Anomalina polymorpha Costa
A. rotula D'Orb.
Planulina ariminensis D'Orb.
Bolivina punctata D'Orb.
Schizopora calabro-sicula Seg.
Clavulina communis D'Orb.
C. irregularis Costa
Plecanium Partschii Cziz.
P. gibbosum D'Orb.
Biloculina compressa D'Orb.
Quinqueloculina aspera Seg.

Altri 9 *Ostracodi*, 3 *Briozoi*, 137 *Foraminiferi* ed 1 *Ostrea* sono indicati dallo stesso Seguenza in altre marne dei dintorni di Palmi, attribuite da lui come tutte le altre già ricordate al suo piano Zancleano.

Ai Cappuccini presso Oppido trovansi *Pecten Besseri* And., *P. scabrellus* Lck.

A Melicuccà, Polìstena, S. Giorgio, Seminàra, Rizzìconi, Sinòpoli ed altrove scavano le marne per farne laterizî, pipe, tegole dette grecamente *ciaramide*, vasi da olio che portano fin quattro quintali di misura antica. Queste, almeno in gran parte, dovevano essere le argille figuline che i Greci, come narra Plinio, prendevano dalle Calabrie.

Cotale regione miocenica, specialmente fra Oppido e S. Eufemia, presenta frequentissime frane, e scivolamenti e falde rimaste nude e sterili. Queste, che rimarranno ancora chi sa per quanti lustri, sono le tracce del terremoto del 1783, uno dei più forti di cui le storie conservino memoria, che appunto nella regione sopra indicata ebbe il suo centro principale e le più funeste conseguenze.

Sgorgano da questi terreni in varî luoghi sorgenti solforose più o meno termali: nella contrada Ingarfo in quel di Rizziconi è un' acqua pantanosa che vien pure bevuta: in un laghetto a pie' del monte Livio presso Galatro è un' abbondante acqua solfurea a 28 R. usata per bevanda; una copiosa sorgente solfurea usata per bagni è presso Polistena, ed un' altra detta le Acque Sante sgorga ad un miglio da Feroleto (1841-42, 1865).

A settentrione della Piana questi terreni raggiungono la massima estensione, che è più notevole di ogni altra roccia fatta eccezione degli schisti carboniosi e delle rocce cristalline. Gli strati, quasi senza eccezione, sono affatto orizzontali, e coprono qua e là grandiosi piani degli *gneiss* e degli schisti cristallini che spuntano di tanto in tanto, e che si ergono poi ne' monti circostanti.

Nella descrizione topografica e nello studio de' *gneiss* e degli schisti cristallini, notai come oltre alla conca formata da queste antiche rocce e pur dianzi accennata a mezzogiorno della Piana, se ne apra un' altra più grandiosa e più lunga a settentrione, la quale s'interpone fra la giogaia centrale ed il Capo Vaticano, ed è chiusa a nord, intorno ai monti di Filadelfia e di Francavilla, da un lembo di schisti cristallini il quale dipartendosi dalla giogaia centrale e costeggiando il mare, viene a riunirsi alla massa cristallina del Capo Vaticano. Tutta questa conca è occupata da marne tortoniane (fig. 1, 2, 10), le quali cominciano a mezzogiorno intorno S. Giorgio Morgeto e sono confinate da questa parte da sabbie postplioceniche o da alluvioni; esse si estendono poi anche a ricoprire presso che tutto l' anticlinale cristallino del Capo Vaticano, che fino ad ora si riteneva composto quasi interamente di rocce antiche.

Da S. Giorgio Morgeto fino a Francavilla una serie continua di rupi stacca

nettamente la roccia terziaria dallo schisto cristallino che forma l'ossatura degli altipiani i quali sovrastano da 100 a 300 metri, quale è appunto l'altezza dei dirupi o delle ripidissime pendici. Una quantità di grossi paesi sta sulla roccia miocenica, al piede di questi dirupi, sul confine collo schisto cristallino, come per cominciar da mezzogiorno, Cinquefrondi, Maropati, Stillitànone, Laureana di Borello, Bellàntone, Candidoni, Serrata, Caridà, S. Pier Fedele, Dinami, Melicuccà, Limpìdi, Acquaro, Dasà, Capistrano, Monterosso, Menniti, Polia, Francavilla. Altri paesi come Arena, Vallelonga, S. Nicola di Crissa, Filadelfia, stanno annidati sull' alto quasi sugli orli dell'altipiano.

Il fiume Mesima scorre per gran tratto in mezzo alla depressione fra i due anticlinali, e quantunque solchi gli strati miocenici, non giunge a scoprire in alcun luogo il sottosuolo cristallino, la qual cosa dimostra, parmi, che profonda è la distinzione fra gli anticlinali suddetti.

In quella stessa vallata del Mesima la marna miocenica è coperta per tratti non piccoli dalle spianate postplioceniche di Serrata, Gerocarne, Pìzzoni, e Vazzano, di S. Angelo, di Francica e S. Costantino, e di S. Gregorio d'Ippona. In qualche luogo si trova pure qualche lembo limitatissimo di terra alluvionale con ghiaie.

La roccia predominante nella valle del Mesima è l'argilla marnosa bianca o scura a *Globigerinidae* ed altre foraminifere e ad Entomostracei di cui a Soriano e altrove fanno laterizî, non però sì buoni come quelli della Piana. Nel Capo Vaticano domina l'arenaria per lo più sciolta e disgregata, a volte formata da elementi più grossolani e cementata, talchè anche nelle vicinanze di Tropea i paesani la scavavano non di rado per farne macine da mulino (Fasano 1788, pag. 262).

La differenza nella natura della roccia viene palesata anche dall'aspetto dei luoghi, giacchè lungo il Mesima, dove si estendono le marne argillose, il suolo è squallido e deserto, ed essendovi per di più la malaria e le febbri, vi regna desolazione mortale. Non mancano però anche nella valle del Mesima e nella regione circostante le arenarie. Fra Pizzoni e Vazzano vi è un banco di *Heliastraea Raulini* Ed. et H, forato da frequenti *Lithodomus avitensis* Mayer [1].

Il Costa raccolse già molte foraminifere a Soriano e altrove.

Quella porzione del miocene tortoniano che si estende sopra il Capo Vaticano è alquanto più frastagliata pel frequente comparire della ossatura cristallina, e pella non rara sovrapposizione, nelle superfici pianeggianti, della terra rossa alluvionale, o dei limitatissimi frammenti di terreno gessoso. Mancano affatto i terreni pliocenici e, quando si eccettui il versante del Mesima, si può dire altrettanto dei terreni postpliocenici, di cui è solo qualche leggerissimo strato a Vena e nei luoghi circostanti all'altipiano prevalentemente cristallino di Monteleone. Ad onta del sopra accennato frastagliamento v'è una estesa e continua massa miocenica intorno all'anfiteatro

[1] Il Philippi (1844, vol. II) indica a Francavilla la *Terebratula bipartita* Brocchi, cioè la *Rhynconella plicato-dentata* Costa: il Grimaldi (1845) ricorda a Curinga delle ligniti probabilmente appartenenti a quest'epoca: si trovano nella montagna Laura soprastante al fiume Torrina. Il Tarantino le studiò per incarico della Società economica della Calabria ultra II (1843, *Ric. fatte*), e trovò che contenevano a volte pirite e solfato di ferro.

di Briàtico nel lato settentrionale del Capo, dalle alture elevate circa 580 metri, fino alla spiaggia del mare (fig. 1).

Il sollevamento ha messo a nudo in epoca molto recente la base gneissica di tutta questa massa. Il *gneiss* nell'alto comparisce appena nei tratti più profondi della fiumara di Trojano sotto Mantineo ed in certe vallatelle sopra Cessaniti, mentre nel basso fra la punta di Briatico o Vraci ed il Capo Cozzo spunta sebbene per piccola altezza lungo tutta la spiaggia, salvo nella punta di S. Arena o S. Irene, e nel prossimo scoglio La Galera, che sono miocenici. Ivi però lo *gneiss* comparisce soltanto nel dirupo alto da 20 a 40 metri che separa a dirittura il mare dal breve altipiano miocenico sovrastante. Dal Capo Cozzo o Zambrone verso ponente fino a Tropea la base gneissica va un pochino più dentro terra ed è più elevata giungendo fino all'altezza di 240 metri sopra il mare.

A Tropea la spiaggia è di nuovo formata dalla roccia miocenica ricchissima di fossili dalla quale, presso la città, la corrosione del mare ha staccato in tempo antico le due dirupate isolette o scogli della Madonna dell'Isola e di S. Leonardo, che però da 6 o 7 anni per via delle alluvioni marine sono state di nuovo attaccate alla spiaggia.

Ivi, senza dubbio per effetto di fenomeni locali, gli strati hanno talora una forte pendenza.

Da Tropea il miocene si estende formando un basso pianerottolo a guisa di primo scalino che dal mare porti alle alture, verso la spiaggia Torre Marino ed il Capo propriamente detto Vaticano che è la punta più occidentale di quella regione. È inutile ch'io soggiunga gli strati miocenici fin qui esaminati essere orizzontali, salvo rare eccezioni.

Sopra i bassi gradini dianzi mentovati, i quali si elevano a picco sul mare, altri ve ne sono che si alzano via via fino alle sommità di quelle colline, e questo fatto che fu già messo in luce dal prof. Pignatari, può essere verificato coll' esame di una carta topografica a curve ipsometriche. Esso senza dubbio è dovuto a successivi terrazzamenti prodotti dal mare; ma è, se non erro, oltremodo notevole il fatto che mentre il piano di quei successivi gradini è formato da strati non molto profondi di terreno miocenico, la parte più ripida la quale stacca un gradino dall'altro è formata dal *gneiss* che sorregge quel mantello miocenico. Per salire dal mare sotto Tropea fino al piano o Poro di Spilinga che è sulla sommità sono quattro più o meno grandiosi scalini, tutti lievemente inclinati verso il mare. Il primo dell'altezza di 40 a 130 metri sul quale sono la città di Tropea ed il paese di S. Domenico; il secondo, quello della Piana di Sparta e di Ciaramiti fra 220 e 290 metri; il terzo, quello di Caria, nel quale il mantello miocenico è alto anco un centinaio e più di metri, il quale va da 400 a 500 metri; e finalmente, il Poro di Spilinga che si estende per largo tratto da un versante all'altro quasi orizzontale, da 560 a 640 metri. Orbene le pendici fra il primo ed il secondo scalino, fra il secondo ed il terzo, ed in parte quelle fra il terzo ed il quarto sono formate da lingue più o meno estese di *gneiss*, le quali girano per lo più verso la pendice meridionale dove, come ho detto, raggiungono estensione maggiore.

Le arenarie, o meglio sabbie del Capo Vaticano, sono a volte composte unicamente da granelli bianchi di quarzo, talchè presso Tropea, a Fitili, Drapìa, Parghelìa,

Piana di Sparta, vengono scavate per uso delle fabbriche di vetro. Non manca la marna bianca o turchiniccia come quella della Piana, e se ne trovano dei lembi intorno Vena, sotto S. Calogero e Comparni, a Paravàli, nei dintorni di S. Gregorio, S. Costantino, Piscopìo, Stefanàconi, ed altrove. Il calcare a foraminifere microscopiche, bianco, cariato, ovvero marnoso, in straterelli distinti, è poi più esteso del solito, e spesso lo cavano per ghiaiare le strade o per farne calcina: se ne trovano dei lembi non piccoli in quel gruppo di paesi del Capo Vaticano che sono detti *Quartieri*, vale a dire intorno Pernocari, Garastro, Presinàci, Filàudari, e nei Petti di Casalello sopra S. Calogero come pure verso la vallata del Mesima a Stefanaconi, S. Onofrio, Majerato. In questi luoghi esso sta, a volte, in rupi isolate sopra l'arenaria o le marne biancastre. Altri lembi minori sono fra Crupi e S. Pietro dove gli strati pendono leggermente a nord, intorno alle case Valente presso Paravali, alla Croce di Pietra nel Poro di Mileto, a Jonadi sotto S. Costantino. Una estensione alquanto maggiore ne è sotto Briatico: quivi il calcare ha una potenza di 3 a 4 metri ed è sovrapposto, con leggera pendenza verso il mare, alle arenarie ed a conglomerati grossolani alti da 5 a 10 metri. A levante di Briatico, poco lontano dal paese, esso è tutto penetrato da vene e da masse terrose di manganite scura, lasciatavi senza dubbio da sorgenti minerali, che fu scavata per qualche tempo ma senza grande profitto. Siffatto calcare si trova anche verso Piscopio a levante di Monteleone.

Presso Briatico nella valle del Rizzuto, sopra le arenarie ed i calcari, ed in parte insieme con questi, sotto ai gessi che ricoprono tutto con stratificazione concordante, sono dei banchi di calcedonio venato, bianco, ceruleo, o rossastro, semitrasparente. Se ne trova entro consimili terreni nella Sila, ed in Sicilia, e forse è un equivalente del tripoli. Sotto al microscopio non si vede se non un ammasso di selce amorfa nella quale sono sparse delle macchie di ossido di ferro, con qualche cristallo di quarzo e rari cristalli di calcite, senza minima traccia di esseri organici. Vi corrisponde alquanto, anche pei caratteri microscopici, la menilite presso a poco coetanea dei monti livornesi.

Fra le rocce più notevoli è senza dubbio il banco madreporico aderente agli schisti cristallini, che si estende per gran tratto sotto Monteleone verso Piscopio nella contrada Petruso e Carmine. Esso è costituito quasi interamente dalla *Heliastraea Raulini* Ed. et H. e fu già notato dal Fasano (1788, p. 258) e da altri. Un altro banco della medesima *Heliastraea*, ma con dimensioni minori, si estende intorno a Presinaci.

Nel circo di Briatico colle arenarie e colle sabbie marine alternano degli strati di argilla e di arenaria scura, dell'altezza anco di parecchi metri, coi seguenti fossili proprî d'acque salmastre che vennero da me raccolti sopra il laghetto di Bivona.

Cerithium doliolum Brocchi

Potamides disjunctum Sowerby, (= *Cerithium lignitarum* Eich. Seg. 1877 *Brev. cenni* p. 21, e Burgerstein, 1880, p. 18).

P. Duboisi Hoernes; figurato dal Montagna, 1864 e 1867, tav. L, fig. 18. (= *Cerithium quadricinctum* O. G. Costa)

P. pictum Bast.

Peringia sp.

Melania curvicosta Deshayes.

Queste medesime specie e particolarmente il *Potamides Duboisi* si raccolgono pure abbondanti presso Papaglionti e Cessanìti, come nel fianco orientale del Capo Vaticano nella contrada Calderino (comune di Jonadi), in strati alternanti colle arenarie, coi conglomerati e colle sabbie marine.

In codesti strati argillosi sono delle ligniti che in parecchi luoghi dei dintorni di Briatico vennero scavate. Se ne vedono alcuni banchi piccoli o grandi nelle fiumare di Troiano, Rizzuto, Spartaro, e nelle altre sotto Conìdoni, Triparni, Papaglionti e Cessaniti, sotto Vena nella contrada Malachirni, sopra Nicòtera verso la valle del Calopotamo, a S. Calogero, Calimèra, Carone, Motta Filocastro, ed a ponente di Briatico lungo mare presso la torre di S. Arena. Per lo più peraltro non si possono fondare su tali strati grandi speranze. A Conidoni gli strati della lignite sono alti anco 4 metri, e fino a pochi anni addietro vi si fecero degli scavi diretti dal sig. Massoni, per conto della casa Angiou: a volte la lignite era usata in luogo della *terra d'ombra*, ma dava una tinta gialla sporca ed ineguale. La miniera fu scoperta dal Vivenzio nel 1783; ne parlarono egli stesso (1784), il Savarese (1784), e più a lungo il *Dizionario d'Agricoltura* stampato a Napoli nel 1830. Anche a Cessaniti, secondo Grimaldi, la lignite si estende per 4 miglia nelle contrade Camale e Moro. La sua altezza secondo Meissonnier è di $1^m,50$ a $2^m,50$.

In tutti gli strati del Capo Vaticano i fossili sono abbondantissimi e ben conservati, attesa la natura sabbiosa della roccia dalla quale si possono facilmente estrarre. V'hanno fra gli altri interi banchi costituiti da Spugne e da *Nulliporae* le quali si sono conservate isolate ed intatte in mezzo alla sabbia quarzosa che le circonda. Per nominare tutti i luoghi nei quali si trovano dei fossili occorrerebbe fare una lista lunghissima, ond'io nominerò soltanto quelli nei quali feci speciali raccolte.

A Vena di mezzo nelle sabbie ricche da per tutto di *Heterosteginae*, alternanti con qualche banco di marna turchina a foraminifere, raccolsi col prof. Pignatari che mi accompagnò.

FORAMINIFERE.

Heterostegina papyracea Seguenza sp. n. Comune.

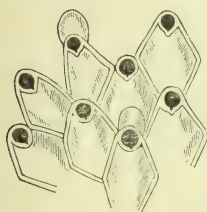
BRIOZOI.

Steganoporella impressa Moll. Questo briozoo ha una sinonimia piuttosto lunga e complicata. La mia specie è identica a quella del miocene superiore dell'Austria-Ungheria figurata dal Reuss col nome di *Membranipora gracilis* von Münster (*Foss. Bry. Oest. Ung. Mioc.* p. 24, pl. X, fig. 5-7); ma il Waters (*Bry. from Bruccoli*, p. 4) fa osservare che non è ben certo a quale specie si riferisca quel nome di *gracilis* impiegato per la prima volta dal Reuss, perciò stimo di non adoperarlo. Altri dei sinonimi di questa specie sono la *Membranipora andegavensis* Busk, Manzoni *Bry. foss. ital. cont.* 2, p. 2, pl. 1, fig. 2, e la *M. calpensis* Busk, Manzoni: non adopero per altro il nome *calpensis* perchè forse si riferisce ad una specie un poco diversa mancante dei due pori sottobuccali che si vedono sempre nella forma fossile e perchè il nome di Moll è ad ogni modo più antico. Forse anche la vera *M. andegavensis* Michelin è specie dell'Atlantico, non del Mediterraneo. Per questo e per gli altri briozoi seguito l'ordinamento tenuto dall'Hincks nel suo recentissimo libro:

A History of the British marine polyzoa. I. van Woorst, London 1880. Questa specie è fossile nell'oligocene di Astrupp, nel miocene dell'Austro-Ungheria, nel pliocene di Castellarquato, Orciano, Vallebiaia, Parlascio, Castrocaro, Rodi, Bruccoli, e vive nel Mediterraneo.

Membranipora Lacroixii Audoin. È fossile nel miocene di Moravia e d'Ungheria, e nel pliocene di Volterra, di Bruccoli, nel Crag rosso ed altrove. Vive nei mari europei e nel mare della Florida.

Schizoporella unicornis Johnston e var. *ansata* Johnston; = *Lepralia ansata* Johnston, Busk, Manzoni, ecc.; *L. tetragona* Reuss, Manzoni; *L. spinifera* part. Busk, var. *unicornis* Manzoni, *Brioz, foss. it. cont.* I, tav. II, fig. 11. È fossile nel miocene dell'Austro-Ungheria, a Stazzano, Paltratico, nei colli di Torino, nel pliocene a Castellarquato, Castrocaro, Bruccoli, nel Crag corallino e nei depositi glaciali di Svezia. Vive nell'Atlantico, nel Mediterraneo, nel nord America e nel sud dell'Africa. La forma *ansata* è fossile nell'Austro-Ungheria, a Castrocaro, a Bruccoli, nel Crag corallino ed altrove, e vive nei mari di Groenlandia.

(Fig. 4)

S. vasum sp. n. (fig. 4). È piuttosto rara. È affine alla *S. sinuosa* Busk (Quarterly Journal of the microscopical Society, VIII, 1860, p. 125, tav. XXIV, fig. 23; Hincks. loc. cit. p. 266, tav. XLII, fig. 1-6) e forse ne è una semplice varietà; ma nella specie di Busk la superficie invece di essere puramente granulare è fornita di grosse perforazioni che nella nostra mancano. La *S. sinuosa* vive in Scozia, alle Shetland, allo Spitzberg, in Finlandia, in Groenlandia, nel golfo di S. Lorenzo, ed è fossile nel postpliocene del Canadà.

Ecco ora una breve descrizione della nostra specie fossile. Le cellule sono disposte in serie regolari alternanti; sono esagonali, e distinte una dall' altra da un sottilissimo ma pur manifesto cordoncino suturale piatto. Esse sono piuttosto piane, sebbene nella metà inferiore si gonfino e si allarghino un pochettino quasi ad anfora: anche presso la bocca si gonfiano un pochino, e quella è cinta tutta intorno da un piccolo rigonfiamento. La bocca è quasi perfettamente rotonda con una piccola incisione verticale inferiormente. La superficie è sottilissimamente granulosa. Gli ovicellarî sono piuttosto grandi, rotondi, gonfi e sottilmente granosi.

S. incisa Reuss. È identica alla figura del Reuss (*Foss. Bry. Oest. Ungarns Mioc.* p. 29, tav. III, fig. 4) ma è fornita di aviculari. È fossile nel miocene superiore di Baden presso Vienna.

Lepralia monoceros Reuss. È fossile nel miocene superiore in Moravia ed in Ungheria.

Mucronella (*Lepralia*) *resupinata* Manzoni. Manzoni la indicò soltanto nel pliocene a Castrocaro (*Bry. del plioc. ant. Castr.* p. 20, t. II, fig. 26): poi Waters la notò nel pliocene o postpliocene inferiore di Bruccoli (*Bryoz. from the plioc. of Bruccoli* p. 10, fig. 7, 1878) aggiungendo nel quadro finale che si trova vivente a Napoli. Egli però non torna a citarla nel suo lavoro *On the Bryoz. of the Bay of Naples* 1879.

Cribrillina scripta Reuss; = *Lepralia scripta* Reuss et compl. auct. I più valenti ritengono questa specie sinonimo della *C. radiata* Moll o *C. innominata* Couch.: ragionerò in altro capitolo di questa riunione che almeno per le forme viventi, quaternarie e plioceniche, mi pare giusta; ma siccome le forme mioceniche, per quanto vedo, rispondono sempre soltanto a quelle figurate dal Reuss col nome di *Lepralia scripta*, che sono sfornite di poro sottobuccale, e mai alla vera *C. radiata*, così ho conservato alla mia forma il nome del Reuss. Il tipo di questa specie o varietà è fossile da solo nel miocene dell'Austro-Ungheria: ma si trova poi anche nel pliocene, nel quaternario e nei mari odierni con la *C. radiata*.

Cellepora globularis Bronn. Comune. È fossile nel miocene superiore dell'Austro-Ungheria. Per descrivere questo briozoo non potrei fare di meglio che ripetere la descrizione della stessa specie fatta dal Manzoni, sostituendo la parola Calabria a quella di Austria-Ungheria (Manzoni, *Bryoz. foss. del mioc. d'Austria* p. 3, tav. I, fig. 2, 1877). « È questa per certo la *Cellepora* più frequente ad incontrarsi nei depositi a briozoi del miocene di Calabria. Di rado però si trova ben conservata. D'ordinario ha forma e dimensioni globulari, e solo eccezionalmente sembra assumere dimensioni piuttosto considerevoli, sempre però mantenendo la forma globosa e tuberosa. La struttura di questa *Cellepora* consiste in cellule ovoidali con bocca tondeggiante, con larghi pori qua e là interposti alle cellule stesse. A questa struttura essenzialmente elementare, che è quella che si riscontra nelle colonie giovanissime, si aggiungono alcune differenze, come un ostiolo sotto-buccale, ed una maggiore solidità ed immersione delle cellule nelle colonie a briozoaro più adulto e sviluppato ».

(Fig. 5)

Idmonea dichotoma sp. n. fig. 5. Le cellule figurate sono tutte aderenti al guscio di una conchiglia come l'*I. insidens* Manzoni: l'estremità loro è leggermente ricurva all'esterno.

Brachiopodi.

Rhynconella plicato-dentata Costa
Terebratula Costae Seguenza. Comune. (Seguenza, *Stud. Brach.* 1871-73, p. 144, tav. V, p. 10, 11, 12 di Vena; *T. biplicata* Costa) et var. *planata* Seguenza.

Molluschi acefali e gasteropodi.

Ostrea lamellosa Brocchi
Anomia ephippium L.
Spondylus crassicosta Lck.
S. muticus Michelotti
Pecten Besseri Andrzejowski. Comune.
P. scabrellus Lck. Comune.
P. latissimus Brocchi
P. sp. n. Piccola specie tenuissima del tipo del *P. Testae* Biv.
Pectunculus obtusatus Partsch. È un nucleo un poco più quadrato del tipo, e con dimensioni un poco più grandi. Lungh. 90^{m}., altezza 83^{m}. grossezza 47^{m}.
Cardium Kuebecki Hörnes
Venus gigas Lck. (= V. *umbonaria* Lck.)
Gastrochaena dubia Pennant
Cassidaria thyrrena Lck.

ECHINIDI.

Clypeaster pyramidalis Mich.
C. insignis Seg.
C. Philippii Seg.
Dorocidaris sp.

Burgerstein e Noë (1880, p. 18) raccolsero nella marna bianca presso Vena le seguenti foraminifere determinate dal Karrer.

Clavulina communis D'Orb.
Plecanium sp.
Lagena sp.
Nodosaria raphanistrum D'Orb.
Cristellaria calcar. D'Orb. var. *cultrata* D'Orb.
C. inornata D'Orb.
Polymorphina problema D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
G. triloba D'Orb.
Discorbina planorbis D'Orb.
Truncatulina Dutemplei D'Orb.
T. lobatula D'Orb.

A Pulcinella presso il villaggio dei Pioppi non lungi da Monteleone sono:

Heterostegina papyracea Seguenza
Membranipora Lacroixii Audoin
Schizoporella linearis Hassal (= *Lepralia linearis* Hass. Manzoni, *L. tenella* Reuss). È fossile nel miocene superiore dell'Austria-Ungheria, e la forma nostra è appunto identica a quella figurata dal Reuss: è fossile altresì nel quaternario e vivente nel Mediterraneo e nell'Atlantico.
Mucronella resupinata Manzoni
Cribrillina scripta Reuss
Ditrupa incurva Renier
Pecten Besseri Andrz.

A Caravizzi presso Jonadi:

Heterostegina papyracea Seguenza
Schizoporella unicornis Johns. et var. *ansata* John.
Mucronella resupinata Manzoni
Biflustra excavata Reuss. È fossile nel miocene dell' Austria-Ungheria.
Spondylus crassicosta Lck.
Pecten Besseri Andrz.
Clypeaster pyramidalis Mich.
C. portentosus Desm.

Nelle Strette di Cessaniti il prof. Pignatari trovò:

Terebratula Costae Seguenza
Ostrea crassissima Lck.
Pecten scabrellus Lck.
Clypeaster insignis Seg.

Lo stesso raccolse a Pantano e Forcone presso Cessaniti:

Ostrea digitalina Dubois
Pecten latissimus Brocchi.

Citerò ancora il *Lithodomus avitensis* Mayer, della contrada Pales (comune di Jonadi), il *Pecten scabrellus* Lck., da me raccolto abbondante come il solito sopra S. Gregorio d'Ippona, l'*Heterostegina papyracea* Seguenza, e l'*Ostrea lamellosa* Brocchi nel vallone Pigna presso Parghelia, il *Clypeaster altus* Lesk. sotto Spilinga, il *Clypeaster pyramidalis* Mich. e l'*Ostrea crassissima* Lck. di Orsigliadi.

Verso il Porto Salvo dell'antica Bivona raccolsi, oltre a qualche spugna ben conservata appartenente ad *Hexactinellidae*,

Membranipora Lacroixii Audoin
Cellepora globularis Bronn
Rhynconella plicato-dentata Costa
Pecten scabrellus Lck.

Vermetus intortus Lck.

Dorocidaris avenionensis Desmoulins. Alcune bacchette le quali corrispondono, più che a qualunque delle specie mioceniche, a questa, e particolarmente alle figure 10, 11, 13, dell'*Echinologia Svizzera* di Loriol. La specie si trova nel piano Elveziano in Svizzera ed in Francia.

Alla Rocchetta di Briatico trovai le seguenti specie aderenti qualche volta al *gneiss* in posto od ai grossi frammenti staccati dallo stesso *gneiss* che per l'altezza di 8 o 10 metri stanno fra la roccia intatta e la comune arenaria (fig. 14).

Lithothamnium batata sp. n. fig. 6, 7. È abbondantissimo intorno Tropea e forma interi strati in mezzo alle sabbie sciolte silicee senza cementarle. I singoli individui sono delle dimensioni di un pugno, o spesso anche più piccoli, e ravvolgono ghiaiette, conchiglie, briozoi, ed altri animali. Le fronde sono lobate o gibbose, della lunghezza, benchè di rado, anco di 8^{m}, dello spessore di 5 a 6^{m}, con protuberanze globose, rotonde, irregolari, con superficie liscia.

Nella frattura greggia la massa apparisce compatta con delle cavernosità qua e colà, e con tracce della struttura concentrica: solo difficilmente si vedon bene i sottili accrescimenti concentrici che alle volte racchiusero delle materie estranee. Nelle sezioni appaiono di tanto in tanto delle cavità lenticolari per lo più vuote. Gli straterelli concentrici sottilissimi, strettamente adesi, si vedono benissimo nelle sezioni microscopiche.

(Fig. 6)

(Fig. 7)

In queste sezioni fatte in senso trasversale si vedono le cellule (fig. 6) aventi spesso una sezione pentagonale od esagonale, ed il loro nucleo più interno riempito di carbonato di calce si mostra più scuro del rimanente. Nelle sezioni longitudinali (fig. 7), le cellule sono quasi sempre rettangolari ed hanno lunghezza quasi uguale alla larghezza: esse sono per solito parallele fra loro in altrettanti strati regolari, od alternano ordinatamente.

Nella forma esterna questa specie è somigliante al *L. tuberosum* Gümbel (*Die sogenannten Nulliporen*, T. I, 1871) dell'Aquitaniano superiore d'Astrup. La forma e le dimensioni medie delle cellule, che, sebbene variabili più dei limiti supposti dal Gümbel, sono dei caratteri principali di queste specie, sono intermedie fra quelle del *L. tuberosum* suddetto e quelle del *L. pliocenicum* Gümbel del M. Mario ([1]).

Hexactinellidae. Numerosi e ben conservati individui.

Cellepora globularis Bronn

Terebratula Costae Seguenza

Rhynconella plicato-dentata Costa

Ostrea lamellosa Brocchi

Pecten Besseri Andrzeiowski

P. scabrellus Lck.

P. latissimus Brocchi

([1]) Alcune circostanze mi hanno impedito di rivedere le specie nuove qui indicate e di darne le dimensioni come sarebbe stato indispensabile, come pure di fare uno studio microscopico delle spugne.

P. pes felis L. Non somiglia al *P. septemradiatus* (non Müller) Hoernes, del miocene, ma al *P. pes felis* che si trova spesso nel pliocene. Ne ho dei frammenti ben determinabili ma non completi, che forse differiscono dal tipo pliocenico e vivente, perchè le linee longitudinali sono un poco più rade e più rilevate.

Nassa prysmatica Brocchi. È identica ad una forma comune nel miocene superiore del Tortonese e del Viennese, che è soltanto un poco più obesa del tipo pliocenico.

Clypeaster pyramidalis Mich.

C. Philippii Seg.

Echinolampas similis A. Agassiz. Comune. Fra tutte le specie di *Echinolampas* la nostra somiglia unicamente a quella raccolta dal Sismonda nel miocene dei colli torinesi e da lui figurata col nome da me citato. Però la figura non mi pare sufficientemente buona, nè conosco il tipo della specie proveniente da Grignon, per cui riterrò la mia determinazione soltanto come approssimativa.

Alla Punta di Santa Arena ho raccolto:

Hexactinellidae.

Membranipora Lacroixii Audoin

M. subtilimargo Reuss. Fossile nel miocene dell'Austro-Ungheria.

M. stenostoma Reuss. Fossile nel miocene dell'Austro-Ungheria.

Schizoporella unicornis John. var. *ansata* Johnston

Cellepora globularis Bronn

Myriozoon punctatum Philippi (*Beit. zur Kennt. der Tert. d. Nordw. Deutsch*, p. 35, tav. XI, fig. 13; Manzoni, *Bryoz. foss. d. mioc. d' Austria e Ungheria*, 1877, p. 22, tav. XV, fig. 52, tav. XVII, fig. 55). È fossile nel miocene dell'Austro-Ungheria. Io non seguo quegli autori che ritengono il *M. punctatum* sinonimo del *M. truncatum* Pallas, che è una forma vivente, quaternaria e pliocenica. Delle affinità ve ne sono certo ma la forma e le dimensioni delle bocche e la loro distribuzione sono sì diverse da far comprendere a prima vista quando si tratti d'una forma miocenica o d'una forma diversa.

Pecten flabelliformis Brocchi

P. scabrellus Lck.

Echinolampas cfr. *similis* A. Agassiz. Comune. Molti individui più o meno completi si raccolgono specialmente sulla superficie delle rocce corrose dalle ondate del mare.

A Caria sopra Tropea raccolsi:

Lythothamnium batata sp. n.

Membranipora subtilimargo Reuss

Micropora bidens von Hagenow. È fossile nella creta di Maestricht e Rügen, nel miocene superiore dell'Austro-Ungheria, nel pliocene di Castrocaro e nel Crag, nel postpliocene di Bruccoli, e vive nei mari europei.

Lepralia asperrima Reuss. Fossile nel miocene nell' Austro-Ungheria.

Myriozoon punctatum Philippi

Ditrupa subulata Renier

Pecten scabrellus Lck.

Clypeaster Philippii Seg.

Nel Museo di Napoli sono alcuni resti di cetacei provenienti da Briatico, dove li scavò l'ingegnere Massoni, e dal Pizzo, studiati dal Capellini e citati già prima dal Gervais (1872, 1876, 1877). Secondo il Capellini provengono da Briatico le

mandibole, alcune vertebre della regione cervicale e dorsale, frammenti del mascellare inferiore, parte dell'apparato auditivo e parecchie coste che prima ritenne essere il *Plesiocetus* (*Plesiocetopsis*) *Hüpschii* Van Beneden, ma che poi accuratamente descrisse e figurò col nome di *Heterocetus Guiscardii* Cap. (1877).

Se non che il citato paleontologo ritiene che quei resti provengano dai terreni pliocenici di cui non è traccia colà; essi non possono essere che del miocene superiore, come lo provano i numerosissimi fossili di altre classi e famiglie da me citati, e le stesse conchiglie trovate nella terra aderente alle ossa dal Guiscardi, fra le quali, a detta del Capellini (1877) era un *Pecten* ed una *Terebratula*, probabilmente la *T. Costae* Seg. citata col nome di *T. sinuosa*.

Nel luogo detto Riace, un miglio a sud di Tropea, dove la roccia miocenica ricca di strabocchevole quantità di fossili cade a picco sul mare, il Fasano trovò insieme a corallarî e molluschi delle ossa di un grosso vertebrato (1788), forse d'un cetaceo come quelle di Briatico e del Pizzo.

A Briatico, Falleconi, Piscopio, presso Monteleone, come a Soriano e al Pizzo, il Costa (1866) raccolse molte foraminifere che però non fece a tempo a pubblicare.

Ricorderò finalmente che il prof. Pignatari di Monteleone mi diceva d'avere raccolto più volte verso S. Onofrio nella vallata del Mèsima, nelle marne, dei pesci fossili che non dubito saranno corrispondenti a quelli che si raccolsero nel medesimo piano Tortoniano, al Capo delle Armi ed a Cutrò nella Calabria settentrionale ([1]).

Proseguendo il breve cammino che ancora rimane a percorrere per descrivere le roccie di questo periodo che stanno intorno al litorale, c' imbattiamo nella punta del Pizzo, dove, sotto il paese e fin sul mare, a ridosso degli schisti cristallini, si

([1]) Coll'indicazione generale di territorio di Monteleone il Seguenza indica varie specie di quel Circondario: quelle raccolte nella sabbia sono attribuite all'Elveziano e sono le seguenti (*Le form. terz.* 1880, p. 71 e seg.); *Limea Hoernesii* Seg., *Pecten scabrellus* Lck., *Janira Besseri* Andrz., *I. Beudanti* Bast., *I. Rollei* Hoern., *I. calabra* Seg., *I. pumila* Seg., *Pleuronectia fenestrata* Forb., *Ostrea navicularis* Broc., *O. tenuiplicata* Seg., *Anomia striata* Broc., *Terebratula Costae* Seg., *Rhynconella plicato dentata* Costa. *Bairdia subdelloidea* Münst., *Balanus concavus* Bronn, *B. stellaris* Brocc., *Ditrupa incurva* Brocc., *Vermilia miocenica* Seg., *Salicornaria farciminoides* Johnst., *Scrupocellaria elliptica* Reuss, *Membranipora Lacroixi* Sav., *M. appendiculata* Reuss, *M. gracilis* Reuss, *Lepralia pleuropora* Reuss, *L. decorata* Reuss, *L. coccinea* Johnst., *L. resupinata* Manz., *L. ansata* Johnst., *L. biaperta* Mich., *L. violacea* Johnst., *L. otophorà* Reuss, *L. gastropora* Reuss, *L. tenella* Reuss, *L. arrecta* Reuss, *L. scripta* Reuss, *L. serrulata* Reuss, *L. monoceros* Reuss, *L. vascula* Manz., *L. Haueri* Reuss, *L goniostoma.* Reuss, *L. planiceps* Reuss, *Celleporaria globularis* Bronn, *Eschara tessulata* Reuss, *Crisia Hoernesii* Reuss, *C. Edwarsii* Reuss, *Tubulipora foliacea* Reuss, *T. flabellaris* Fabr., *T. pluma* Reuss, *Diastopora sparsa* Reuss, *Discoporella echinulata* Reuss, *D. formosa* Reuss, *Alecto echinata* Münst., *Ceriopora globulus* Reuss, *Clypeaster piramidalis* Mich., *C. portentosus* Desm., et var. *elatior* Seg., *C. alticostatus* Mich., *C. altus* Mich., *C. insignis* Seg., et var. *acuminatus* Seg., *C. Philippii* Seg., et var. *media* Seg., *C. Reidii* Wright, *C. formosus* Seg., *Dentalina consobrina* D'Orb., *Nonionina Boueana* D'Orb.. *Polystomella crispa* Lck., *Heterostegina papyracea* Seg., *Robulina echinata* D'Orb., *Pulvinulina kahlembergensis* D'Orb., *Rotalia Beccarii* L., *Globigerina bulloides* D'Orb., *G. triloba* Reuss, *Discorbina semiorbis* Karr., *Truncatulina lobatula* Walk., *T. badenensis* D'Orb., *T. Dutemplei* D'Orb., *Planorbulina mediterranensis* D'Orb., *Vulvulina pectinata* Hautk., *Plecanium subangulatum* D'Orb., *Nubecularia papillosa* Seg.

Il medesimo autore indica pure le seguenti specie (1880) *Clavatula monsleonensis* Seg. (p. 103), *Murex dertonensis* Bell. (p. 107), *Crenaster crenulatus* Michl. (p. 97), che ritiene provenienti da terreni Tortoniani.

trovano per breve tratto soli ed isolati, degli strati un poco pendenti di arenaria (fig. 10), con *Terebratula Costae* Seg., *Pecten scabrellus* Lck., *Pecten Besseri* Andrz., *Clypeaster pyramidalis* Mich., con frammenti di mascellare probabilmente di *Plesiocetus Garopii* V. Ben., descritti dal Capellini (1877). Questi strati che Hamilton (1783) avea detto tufi vulcanici sono certo rimasuglio di una formazione più estesa che un tempo doveva essere connessa con quella del Capo Vaticano; e la loro presenza in quel luogo a ridosso dei poggi del Pizzo che ancora oggi formano la spiaggia del mare, può far credere che ne' tempi in cui quelli si depositavano il contorno esteriore de' monti non fosse là molto diverso da quello che è oggigiorno.

Più a settentrione non si trovano altri lembi di questo terreno se non forse nella porzione veramente nordica della giogaia, nell'istmo di Catanzaro, sulla sinistra del fiume Lamato. Questi lembi sono formati di arenaria e più specialmente di conglomerato con frammenti molto irregolari di schisti cristallini, e si trovano alla Casetta Romèo, sotto il fondaco Chiriàco sulla destra del Pesipo presso la sua confluenza nel Lamato, e finalmente sui due lati del torrente Collola per l'altezza di 30 o 40 metri e con piccola pendenza ad ovest fra la strada nazionale Eboli-Reggio ed il Lamato. Qualche altro piccolo lembo si trova sopra gli schisti cristallini e sotto l'alta massa dei terreni pliocenici e postpliocenici sulla linea fra Maida ed il Capo Staletti presso Jacurso e Cortale; ma, non avendovi trovati fossili, una parte almeno di questi conglomerati potrebbe appartenere al Pliocene come gli appartengono certo quelli della parte opposta dell' istmo fra Tiriolo e Catanzaro.

§ 5. *I Pianalti.*

Ho già ricordato come taluna delle masse situate esternamente alla giogaia centrale, ad esempio quelle di sopra Gioiosa e Grotteria, di sopra S. Eufemia e Oppido, di sopra Mèlito, e del Capo Vaticano giungano dal mare a ridosso de' monti fino alla ragguardevole altezza di 600 a 700 metri, ed ho rammentato pure come taluni strati, ad esempio quelli di Staletti e dei dintorni di Tropea occupino delle superfici piane, prodotte verosimilmente da terrazzamenti effettuati dal mare in epoche antiche.

Altri lembi si trovano ad altezze anco maggiori ed occupano tutti delle superfici piane scalate sulle pendici de'monti. Nei monti di Maida fra l'istmo di Catanzaro e la valle dell' Ancinale, sulla superficie dolcemente pendente e staccata dai terreni terziarî dei due litorali dell' Ionio e del Tirreno per via di rupi più ripide e più scoscese, si trovano ancora qùa e là fra i 600 ed i 900 metri, delle sabbie che una volta probabilmente ricoprivano tutto il suolo alto non più di 1030 metri (Serralta).

Qualche traccia di simile terreno si trova pure forse intorno ai monti di Serra S. Bruno.

È probabile che alla medesima età appartengano alcune delle sabbie le quali formano il suolo dei Pianalti sopra Gioiosa, Mammola, Platì e Gerace ed intorno al Montalto nel versante Tirreno. Lembi certo appartenenti al Miocene superiore si trovano alla sommità del Monte Cordena, a ponente di Bagaladi tra le Fiumare di Annà e di Melito. Quivi ad un'altezza di circa 900 metri, sopra gli schisti carboniosi,

e coperti da calcare ad *Amphisteginae* pliocenico, stanno per non grande tratto in strati orizzontali, un'arenaria ed un calcare simile a quello di Mammola pieno di *Nulliporae* e *Celleporae* cioè con *Lithothamnium* sp. e *Cellepora globularis* Bronn, fossili identici a quelli della roccia di Capo d'Armi; quel calcare venne scavato come pietra da costruzioni e per farne calcina.

A mezzogiorno degli altipiani di Gerace e Platì nel versante dell'Ionio non si trovano altri altipiani come dalla parte del Tirreno, nè io potrei accennare se non con dubbio in qualche luogo come fra Roghudi e Africo, dei lembi del terreno miocenico descritto; ma probabilmente qualche lembo piccolissimo deve trovarsi qua e là lungo la cima dei crinali fino alle solite grandi altezze di 900 metri e più.

§ 6. *Riassunto sulla disposizione topografica ed orografica degli strati.*

Finita la descrizione particolareggiata degli strati, esporrò in riassunto la loro disposizione generale.

Presso i monti di Maida nel tratto fra Squillace ed il Precariti, ma specialmente fra lo Stilaro ed il Precariti, si trovano dei conglomerati con massi oltremodo grandi che alternano sovente con marne bianche finissime. A mezzogiorno del Precariti fino al territorio di Motta sullo Stretto predominano i conglomerati ad elementi molto meno grossolani, in particolare a ridosso dei monti, le marne, e le arenarie, le quali ricompariscono nel Capo Vaticano ed al Pizzo. Dai colli di Gallina verso settentrione fino alla vallata del Mesima compariscono quasi solo le marne sottili e le argille formate in mari più profondi. Calcari se ne trovano in tutti gli strati arenacei a livelli differenti. Sabbie e calcari si trovano finalmente nelle regioni più elevate. Questi strati sono tutti di origine sottomarina: e sebbene si trovi nei medesimi qualche sottilissimo filare di lignite fra il Capo delle Armi o Leucopetra, ed il Capo Spartivento, pure strati salmastri in origine evidentemente contigui alla spiaggia non se ne trovano in questa formazione se non intorno al Capo Vaticano, specialmente nel versante settentrionale.

Tutti gli strati nel versante orientale Ionio sono lievemente inclinati dal monte verso il mare: nel versante occidentale tirreno sono quasi orizzontali, ed orizzontali sono nei piani più elevati. Nel primo versante v'è un potente substrato di rocce terziarie più antiche il quale manca nell' altro, e quel substrato si vede quasi sempre per estesi ed alti tratti scoperto sotto le arenarie ed i conglomerati, talchè vediamo tali rocce scomparire sotto il fondo delle vallate per lo più non a contatto dei monti formati dalle rocce antiche, ma a distanza non piccola da queste. Anche lasciando campo all'opera del sollevamento il quale ha rialzati e resi pendenti quegli strati, e che del resto non deve avere alterato i rapporti altimetrici fra le rocce più recenti e le più antiche di quella parte, si può dedurre con molte apparenze di ragione che il fondo sottomarino presso la giogaia dalla parte orientale non era molto alto, e andava approfondandosi lentamente più al largo. Nel versante occidentale invece, benchè il sollevamento regionale abbia elevati anco qui di molto gli strati terziarî, soltanto nelle vallate più profonde intorno a Reggio e per brevissimi tratti si vede il substrato delle marne di cui si discorre formato dagli schisti cristallini. Nelle vallate del Marro, del Mesima e dell' Angitola, che sono le più profonde e le più interne di tutta la

giogaia, al di sotto delle marne e delle argille tenui non si vede il substrato, nemmeno in prossimità delle circostanti rocce più antiche. Ciò significa che, nel tempo nel quale esse si depositavano, il mare da quella parte era molto più profondo che non dall'altra, ciò che può essere mostrato pure dai dirupi che scendono quasi a picco da grandi altezze intorno alle cavità della Piana, che è riempita dalle argille in discorso; i quali dirupi dovevano sprofondarsi allora sotto il mare come oggi si sprofondano sotto le argille. Aggiungerò pure alle altre tracce del mare di quei tempi la parete che dall'altipiano centrale scende sulle marne e sulle argille delle vallate del Mesima e dell'Angitola, al cui piede sono disposti tutti i paesi che dianzi ho nominati; la quale parete non è ancora sì alterata che non dimostri l'andamento antico del litorale od almeno di un altipiano sottomarino in quel luogo, e l'esistenza di un *terrazzo* alla cui base si apriva il mare profondo nel quale le argille e le marne si deponevano, mentre presso il lido si ergevano i banchi delle madrepore e dei coralli. Questi fatti ci danno ragione della differente distribuzione delle rocce sopra notate; invero nel versante occidentale sono le argille e le marne tenui con pteropodi, foraminifere ed altri fossili d'alto mare, mentre nei versanti orientale, meridionale e settentrionale e nel Capo Vaticano sono arenarie e conglomerati più litorali, come sabbie e calcari sono nei piani più elevati dove la profondità dovea certo essere minore che nel basso. La presenza delle sabbie e dei conglomerati non porta di necessità che vi sieno state ampie terre emerse, e che la denudazione subaerea abbia prodotto quelle e questi; già dicemmo, parlando dei conglomerati appartenenti al miocene inferiore, come possano essere stati prodotti dal mare che sempre lungo i litorali, specialmente se ripidi e scogliosi, forma la parte massima dei detriti, purchè la profondità non tolga la roccia all'azione delle acque. Grande estensione di terra emersa e grandi corsi di acque non doveano esservi al certo in quel tempo, poichè la cintura dei sedimenti prova che il giro delle terre non poteva essere più esteso, e l'altezza grande cui giungono nel monte quegli stessi sedimenti prova per altro lato che la giogaia era molto sommersa e che forse sopravanzavano dal mare soltanto alcune delle cime più alte. Il calcare a Briozoi ed a *Nulliporae* di formazione, pare, litorale del Monte Cordèna a quasi 900 metri, può farci credere che non molto più alto dovesse essere il livello del mare. D'altronde gli altipiani che probabilmente furono prodotti dal mare in quest'epoca o nelle antecedenti cessano intorno ai 1300 metri. Sopra quest'altezza si leva, tonda e come un cono dolcemente declive, la massa circostante al Montalto fino a 1958 metri. Ecco dunque un'isola piuttosto ragguardevole che forse si elevava per lo meno 700 metri sul mare. Altre alture, però molto più basse, stanno ai due fianchi della depressione di Serra S. Bruno. A ponente di quella depressione, il punto più alto è il Monte Croceo a 1268 metri; e questo forse era sommerso o ben poco elevato. Nella porzione orientale sono invece parecchie alture un poco superiori al limite sopra indicato di 1300 metri, ed il Monte Pecoraro, che è il più elevato, raggiunge 1420 metri. Ecco quindi un'altra isoletta intorno alla quale non si vedono terreni tortoniani, la quale forse sopravanzava sul mare di quei tempi di più che 100 metri. Nel mare a poca profondità, nella parte orientale di essa, precipitavano i grossi conglomerati di Placanica, Riace, e Stignano, formati appunto a spese delle rocce del

Monte Pecoraro. A ponente invece si estendeva a modo di basso fondo l'esteso altipiano circostante all'odierno Monte Crocco, dove si formavano sabbie ed arenarie; mentre ancora più a ponente questo altipiano si sprofondava con pareti quasi verticali, come di tanti altipiani sottomarini si sa accadere oggigiorno, ed al suo piede cinto di banchi di corallarii si depositavano non più sabbie e conglomerati, ma le argille e le marne tenui delle vallate del Mesima e dell'Angitola. Non pretendo di esporre la geologia in modo poetico e pittoresco; ma intendo coordinare i fatti che la natura ci presenta, ed esporre quei risultati che lo stato della scienza può autorizzare, colla temenza però che si deve avere quando si parla di un insieme di circostanze, tante delle quali sfuggono all'osservazione. Anche l'altipiano dei poggi di Maida prospiciente verso la Sila, non più elevato di 1030 metri nella Serralta, e coperto dalle solite sabbie, formava probabilmente un piano sottomarino non molto profondo, ed a settentrione di esso, ad una profondità un poco maggiore si apriva lo stretto, oggi istmo, di Catanzaro, che lo separava dalla Sila. Per tal modo il gruppo dell'Aspromonte era ridotto in quel tempo a due isole tutt'al più, cioè all'isola bassa e stretta del Monte Pecoraro, ed all'isola maggiore e più alta del Montalto. Il tratto intermedio fra il Monte Pecoraro ed il Montalto, nel quale è l'altipiano sopra Gerace, Platì e Cittanova ecc., era quasi certamente sommerso, e questo altipiano che era pur esso a qualche profondità, separava, come già dissi, un mare molto profondo a ponente, poco profondo e con suolo declive a levante. Il Capo Vaticano la cui sommità è formata oggi da un altipiano elevato non più di 708 metri nel Monte Poro e coperto da sabbie e da arenarie, formava pure un fondo di mare nelle sinuosità del quale si depositavano sabbie e conglomerati, mentre più al largo, in regione più profonda, si formavano argille e marne.

Il sovrapporsi in taluni luoghi, per es. intorno a S. Eufemia e presso i Quartieri, di qualche strato di sabbia alle argille, ed alcuni altri fatti di cui parlerò nei capitoli seguenti, possono far credere che durante il periodo rappresentato dalla sedimentazione di quegli strati, la regione lentamente si sollevasse. Con la supposta emersione di regioni prima sommerse, o colla denudazione e coll'abbassamento conseguente di alture antecedentemente sollevate si spiegherebbe pure la presenza delle ligniti nell'anfiteatro di Briatico e l'alternanza di strati marini con strati salmastri a *Potamides*, i quali non si potevano formare se non presso un litorale emerso. Bisogna ammettere di necessità che il Capo Vaticano, in cima al quale si trovano pure strati della medesima epoca geologica, emergesse negli ultimi periodi dopo la deposizione di questi strati, ovvero, ciò che parmi più verosimile, che fosse più alto ed emergesse prima che quegli strati marini vi si depositassero sopra. Una volta ammessa l'emersione di quei colli nell'uno o nell'altro periodo, per ispiegare l'alternanza degli strati circostanti ora marini ora salmastri, non occorre fare la supposizione di alternative d'abbassamenti e di sollevamenti, bastando supporre la presenza di lagune salmastre presso il litorale, le quali si disfacevano e si rifacevano secondo i diversi moti del mare che distruggeva o ricostruiva le dighe. Così e non altrimenti hanno luogo le alternative di acque dolci o salmastre e di acque salse nelle lagune litorali della Corsica e della Sardegna.

Le ligniti e le altre tracce di vegetali che si trovano fra il Capo delle Armi

ed il Capo Spartivento ed intorno a Reggio, derivano verosimilmente da vegetali portati via dal Montalto; quelle tracce mancano invece o sono ancor più limitate nelle adiacenze del Monte Pecoraro, isola troppo più piccola.

Della formazione dei ripiani nel Capo Vaticano ed altrove non parlo per ora, aspettando di avere accennati altri fatti dai quali almeno si possa dedurre qualche cosa di più.

§ 7. *Questioni sull' età dei terreni descritti.*

Verrò ora a determinare meglio l'età di questi terreni, e comincierò, naturalmente, dagli strati più antichi. Ho detto in principio che lungo lo Stilaro fra gli strati inferiori e quelli superiori dell'arenaria e del conglomerato è una leggera trasgressione con differenza d'inclinazione, per cui vi deve essere una certa differenza d'età, la qual cosa è fatta pure supporre dalla potenza della zona arenacea che intercede fra gli strati più recenti ed i più antichi. Negli strati inferiori immediatamente soprastanti alle argille galestrine del miocene medio io ho trovato solo pochi fossili ben conservati presso Stilo; ma il Seguenza, come ho indicato a suo luogo, ve ne ha trovati più di me, e li ha attribuiti al piano Aquitaniano, cioè all' Oligocene superiore o Miocene inferiore secondo i varî geologi (1880, *Le form. terz.* p. 15). Ora, nella lista che il Seguenza dà dei fossili di presso Stilo e che io riportai, non si trova pure una delle specie caratteristiche dell' Aquitaniano; ma tutte sono assai più recenti, tant' è vero che di mezzo fra questi strati e quelli veramente aquitaniani che già ho esaminati, stanno tutte le argille galestrine. Lo stesso Seguenza dopo aver detto che « la fauna è delle più caratteristiche » aggiunge che essa è « per la maggior parte propria delle arenarie e dei conglomerati serpentinosi dei colli di Torino »; i quali appunto non sono aquitaniani, ma tutt' al più rispondono al così detto *Schlier* dei geologi viennesi, a quel piano cioè che il Mayer distingue col nome di Langhiano; anzi secondo l'ultima opinione del Mayer equivalgono agli strati di Grund ed appartengono al suo *Elveziano primo.* Del resto i fossili di presso Stilo non corrispondono bene nemmeno a quelli dello Schlier, ma nel loro insieme, come si può vedere dalle note che vi ho aggiunto, mostrano grande analogia coi fossili di Grund che si trovano nel piano successivo nella parte inferiore del secondo piano Mediterraneo dei geologi austriaci, tra i quali se ne hanno ancora parecchi comuni collo Schlier. Perciò ritengo gli strati di Stilo, insieme con quelli di Grund nel Viennese, come facenti parte del Tortoniano, e li metto nel Tortoniano inferiore, o, volendo seguire il Mayer, nel suo Elveziano primo cui servono appunto di tipo gli strati di Grund.

I fossili trovati negli altri strati, salvo due o tre notati finora soltanto nel pliocene, sono tutti uguali a quelli che si raccolgono nei piani superiori del miocene nel rimanente d' Italia, e particolarmente nel Tortonese, e salvo pochissimi, hanno tutti i loro corrispondenti nel così detto secondo piano Mediterraneo dei geologi austriaci. Debbono quindi essere attribuiti al miocene superiore marino, o con maggiore precisione, se si vogliono seguire alcuni geologi, al piano Tortoniano, comprendendo in questo oltre al Tortoniano del Mayer e di altri che risponde alla plaga di mare profondo anche la parte superiore almeno

dell' Elveziano (Elveziano terzo) che rappresenta una plaga litorale contemporanea. Gli strati di Benestare vengono attribuiti anche dal Seguenza al Tortoniano, ma gli altri sono da lui riposti in piani differenti.

I conglomerati e le arenarie di Guardavalle e di oltre Stignano sono da lui (1877, *Brevi cenni*, p. 9) attribuite insieme con altre arenarie di cui parlai più indietro, al Bartoniano od eocene medio; ma prescindendo da alcune arenarie e conglomerati dei dintorni appartenenti secondo me all'Aquitaniano, i conglomerati sui quali stanno i suddetti paesi posano sopra le argille galestrine del miocene medio e fanno parte di unico insieme colle arenarie di Stilo e di altri luoghi adiacenti ricchissime di fossili, per cui appartengono evidentemente al miocene superiore.

Del resto vedemmo che nelle vicinanze di Guardavalle e di Stignano l'eocene medio è rappresentato dai calcari a grandi Nummuliti del M. Consolino e del M. Stella, sopra ai quali stanno immediatamente le arenarie ed i conglomerati dell'Aquitaniano. Lo stesso dicasi delle arenarie e dei conglomerati di Mammola posti pur essi nel Bartoniano, i quali evidentemente non si possono staccare dalla massa delle altre arenarie circostanti Tortoniane, e che in taluni luoghi sono fin sovrastanti, come si è visto, a rocce calcaree, che io pongo nel Tortoniano e che dal Seguenza stesso vengono attribuite a piano non più antico dell' Elveziano cioè alla parte inferiore del Miocene superiore.

Il calcare a briozoi del torrente Amendolea, delle Saline, del Capo delle Armi, del territorio di Motta, di Lazzaro, dei Macellari, di Armo, Valanidi, ecc., che il Seguenza fin dal 1873 ed anche più tardi rimaneva incerto se attribuire al Tongriano (Oligocene inferiore ed eocene superiore) (p. 15) od all'Aquitaniano (p. 16), non si può staccare dal Tortoniano, al quale lo riuniscono i fossili (*Nulliporae*, *Celleporae*, Ittioliti) da me indicati, e la posizione stratigrafica comune colle arenarie e coi conglomerati soliti.

Nè d'epoca differente dal Tortoniano sono secondo me le argille e le marne a pteropodi che il Seguenza cita a Stilo ed in altri luoghi e che egli mette tutte insieme (1877, *Brevi cenni* p. 17) nel piano Longhiano del Mayer, equivalente secondo il Mayer stesso allo Schlier ed al primo piano Mediterraneo della valle del Danubio. Non uno dei fossili indicati dal Seguenza nelle arenarie di Stilo e di Guardavalle ed attribuiti al Langhiano può ritenersi caratteristico dello Schlier, o primo piano Mediterraneo, ma tutti anzi sono comuni nel secondo piano Mediterraneo. Con tanto maggior ragione, quand'anche mancassero gli altri argomenti, dovrebbe attribuirsi al Tortoniano il « potente conglomerato con elementi cristallini » di Guardavalle, Stilo, Stignano, Mammola, Siderno che « ricomparisce sovente alternante con arenaria » a Portigliola, Ardore, Bovalino, Capo Spartivento, Capo Palizzi, e « sul lato occidentale da Motta sino al cristallino di Scilla », il quale conglomerato è considerato dal Seguenza come sovrastante alle argille con pteropodi suddette ed equivalente come esse al Langhiano, ed alterna inoltre con le marne bianche a foraminifere pure Tortoniane secondo me e plioceniche secondo il Seguenza. Del Langhiano vedemmo essere probabili equivalenti soltanto le argille galestrine sottostanti al Miocene superiore.

Le sabbie e gran parte delle altre rocce con *Heterosteginae*, Brachiopodi,

Clypeaster, *Pecten*, sono tutte considerate dal Seguenza come equivalenti del piano Elveziano (p. 18) cioè degli strati di Grund, di Serravalle, di Leitha, ecc., chè tali sono secondo il Mayer i tipi dell' Elveziano: il Seguenza cita poi espressamente le sabbie ed i calcari, che egli dice predominanti negli strati superiori, di Santa Barbara presso Mammola, dei Crudeli presso Siderno, di Pioca presso Gerace, di Ambutì, Benestare, Monteleone e Francavilla. Non istarò a discutere della opportunità e dei limiti del così detto piano Elveziano, che comprende secondo me e secondo valenti geologi in piccola parte una zona immediatamente sottostante al Tortoniano ed appartenente così alla parte inferiore del Miocene superiore ed in parte una plaga litorale affatto coetanea ai terreni attribuiti al Tortoniano. Ricorderò invece che i terreni citati dal Seguenza, come si è potuto vedere nella descrizione che io ne ho fatta, sono ricchissimi di fossili; ma non vi è punto quell'insieme che li potrebbe far paragonare agli strati elveziani di Grund, e che si trova invece nell'arenaria immediatamente soprastante alle argille galestrine di Stilo. Anzi la *Terebratula Costae*, *l'Heterostegina papyracea* e gli altri fossili che il Seguenza mette fra i più caratteristici dell'Elveziano si trovano a Benestare, nel monte Tavoleria ed altrove fin negli strati più recenti tosto sotto ai gessi, insieme con specie delle più caratteristiche del Tortoniano e sopra terreni che il Seguenza stesso pone nel Tortoniano. Il Seguenza nota che i terreni da lui citati sono « i rappresentanti del calcare e delle sabbie di Leitha in Austria », la quale osservazione è giustissima; ora il calcare di Leitha è considerato come un rappresentante litorale del Tortoniano dai geologi austriaci: nè io saprei giungere a conclusione diversa pei terreni che gli equivalgono in Italia ([1]).

I terreni salmastri con lignite del Monteleonese, cioè del Capo Vaticano, furono dal Seguenza, dietro l'esame dei fossili, attribuiti al medesimo piano dei gessi, cioè al Messiniano (p. 21) o zona più recente del Miocene superiore; ma più tardi vennero da lui riuniti al Tortoniano ([2]); ed invero l' alternanza loro con gli strati marini mostra che non sono d' età diversa da questi.

Per l'addietro il Seguenza riteneva pliocenici gli strati con *Terebratula Costae* dei dintorni di Monteleone, ma non ripetè quest' asserzione nei lavori successivi in cui li considera quali miocenici, come lo provano infatti i fossili e la posizione stratigrafica. Tortoniani sono eziandio gli strati del Monte Tavoleria fra Stilo e Monosterace e quelli intorno la foce dell'Amendolea che egli aveva posti pure nel pliocene. Il Capellini ritenne anche pliocenici i terreni con resti di cetaceo del Pizzo e di Briatico; ma vedemmo già per quali caratteri paleontologici e litologici questi terreni sieno miocenici, non pliocenici.

Il Seguenza finalmente considera come principale parte del suo Pliocene inferiore, che egli ha denominato Zancleano, i conglomerati di Gioiosa, Siderno, Gerace, Portigliola, Benestare, etc. e le marne a foraminifere, radiolarie ed ostracodi

([1]) Il Seguenza più tardi ha riunito i calcari cellulari o compatti di Gerace, Ambutì, Siderno etc. al Messiniano (*Le form. terz.* 1880, p. 164), cioè allo stesso piano dei gessi, ma pei loro rapporti e pella loro alternanza con le arenarie sottostanti io, come si è visto, li ho attribuiti al Tortoniano.

([2]) G. Seguenza. *Le form. terz.* 1880, p. 162.

della valle del Messinese presso Gioiosa, di Gerace, Portigliola, Ardore, Seminara, Palmi cui andrebbero aggiunte tutte quelle delle valli del Mesima, dell'Angitola e della Piana. Paleontologicamente la questione non è si facile a risolversi perchè la fauna è quasi unicamente costituita da Ostracodi, e Foraminiferi. Basta però scorrerne l'elenco onde persuadersi che è grandissima l'analogia colla fauna miocenica dell'Austro-Ungheria studiata da Reuss, Czizek, Neugeboren, D'Orbigny; d'altra parte viste le circostanze batimetriche sì speciali di quei sedimenti, non si può pretendere e non si ha difatti identità con altri depositi contenenti Molluschi ed altri fossili di età bene stabilita i quali appartengano al Miocene superiore od al Pliocene della stessa regione o di regioni contigue. Io però ritengo che le suddette marne bianche siano una forma litologica appena diversa dalle marne compatte a Pteropodi dei dintorni di Reggio e d' altri luoghi che il Seguenza stesso attribuisce al Miocene e dalle marne a pesci certamente miocenici del capo delle Armi e di Cutrò. La stratigrafia ad ogni modo previene ogni dubbio giacchè quei depositi, oltre al trovarsi sempre sotto tutti gli altri strati del Pliocene, come ammette lo stesso Seguenza, nella regione tirrena e nei dintorni di Stilo alternano o sottostanno a strati riccamente forniti di fossili del Miocene superiore. Il Seguenza stesso ha poi trovato in molti luoghi le marne alternanti coi conglomerati e con sabbie, e secondo le mie osservazioni questa alternanza si verificherebbe anche in altri luoghi nei quali il Seguenza attribuisce i conglomerati ad età molto diversa dalle marne. Per esempio nelle regioni circostanti a Stilo il citato autore pone i primi nell'Aquitaniano e nel Langhiano e le seconde che pure a me parvero alternanti, quindi contemporanee ai conglomerati, nel Pliocene zancleano: la stessa gran differenza d'età è fatta fra le marne dette zancleane di presso Melito ed i prossimi conglomerati in tutto concordanti messi nell' Eocene Bartoniano (G. Seguenza, *Le form. terz.* 1880, Tav. I, II).

Quanto al Tripoli di S. Barbara si è già visto che esso è paleontologicamente equivalente al Tripoli di Grotte in Sicilia, e che sta nella parte più recente degli strati fin qui esaminati. Lo Stöhr che trovò dei fossili anche fra il Tripoli ed i gessi. non esitò ad attribuirli al Tortoniano, ed io volentieri seguiterò il suo parere, non disconoscendo però che essi fanno parte della zona più recente del Tortoniano. La fauna che essi contengono, nella quale sono insieme, tanto in Sicilia che in Toscana. pesci marini e pesci d' acqua salmastra, radiolarie di mare profondo, ed in qualche luogo *Erviliae* e *Syndosmiae* di tipo salmastro o sarmatiano, prova che si depositarono in qualche circostanza speciale che non si può spiegare soltanto, parmi, col supporre la prossima foce di grossi fiumi nel mare. Forse quegli strati sono in parte equivalenti marini del così detto piano Sarmatiano Austro-Ungarico.

Dell' incertezza mi rimane nella determinazione dell'età delle sabbie, le quali si estendono nella giogaia sui piani elevati. La posizione stratigrafica loro, molto discordante sopra l' eocene, come vidi nella C. Lofina sopra Gerace, dimostra che esse sono molto più recenti di quell' epoca. È probabile che siano in gran parte plioceniche, ed io le attribuirò provvisoriamente al Pliocene; ad ogni modo nel calcare del M. Cordena ed altrove si trovano de' fossili tortoniani.

Al giorno d'oggi molti geologi prendendo alla lettera e non nello spirito la

denominazione proposta dal Pareto, o foggiando a modo loro i terreni che vi debbono corrispondere, appellano Tortoniano solo quel terreno che contenga abbondanti *Pleurotomae*, *Ledae*, *Ancillariae* e simili fossili che sono indizio per lo più di zone coralligene o delle laminarie e corrispondono ad altre specie che appunto in queste zone si trovano nel pliocene o ne' mari odierni. Sebbene poi tutti i geologi conoscano più o meno oggigiorno che nello studiare i terreni bisogna tener conto delle varie profondità nelle quali si depositarono, pur non applicano ai fatti quelle loro cognizioni, e quando trovano una certa differenza ne' fossili di terreni stratigraficamente equivalenti, dividono questi in tante serie di epoca differente.

Se così stessero le cose, fra i terreni della Calabria meridionale non risponderebbero al Tortoniano, come difatti l' intese il Seguenza, se non le argille di Benestare. Ma pure la posizione di tutti gli altri terreni studiati in questo capitolo è identica, fra i gessi della parte più recente del Miocene superiore e le argille galestrine del Miocene medio o Langhiano, sicchè, anco accettando le varie denominazioni proposte dal Mayer, in quella massa di rocce non resterebbe altro posto che per gli strati appellati tortoniani. Del resto anche i fossili tutti parlano assai chiaro, e, come dissi, fanno riconoscere quei terreni come appartenenenti al Miocene superiore.

Le argille turchine con *Pleurotomae*, *Ancillariae*, *Ledae*, *Flabellum* ecc. di Benestare rappresentano un deposito avvenuto in un fondo quieto della zona coralligena, ed hanno la maggior possibile somiglianza colle argille del Tortonese in Piemonte e di Baden nel Viennese. Ai depositi di questi luoghi sono omologhi quelli del pliocene della Coroncina nel Senese, studiati già da me e dal Pantanelli a posta, per prenderli a tipo di terreni consimili. Come sono grandissime le somiglianze litologiche fra que' terreni miocenici e pliocenici, così sono grandi le analogie paleontologiche, e chi vorrà paragonare i fossili coralligeni miocenici con quelli pliocenici, e studiare la loro successione genealogica potrà farlo soltanto prendendo in esame comparativo i fossili trovati entro terreni corrispondenti a quelli della Coroncina.

Le marne con pteropodi, foraminifere e coralli, e le argille bianche a foraminiferi ed entomostracei delle vallate del Mesima e dell' Angitola, della Piana e dei dintorni di Reggio sono rappresentanti di una zona marittima più profonda e di un aperto mare; e ne' sedimenti pliocenici hanno almeno in parte maggiore analogia colle marne bianche a foraminiferi ed a pteropodi della Calabria stessa e della Toscana. Invece le sabbie con *Terebratula Costae*, coi *Pecten* fra i quali lo *scabrellus*, colle *Celleporae*, colle Spugne e colle *Nulliporae* contengono fossili più litorali, presso a poco della zona delle laminarie, e mostrano analogie coi depositi litorali, pure tortoniani, del calcare di Leitha nel Viennese, coi calcari di Malta, colla *pietra leccese*, coi calcari e colle arenarie dell' Umbria e della Toscana, e di altri luoghi d' Italia (¹); nè

(¹) In niuna parte d' Italia, quando si eccettuino le Alpi venete pel Miocene inferiore, ed il Piemonte, si son dati buoni fondamenti paleontologici per le distinzioni del Miocene e specialmente pel Miocene medio e superiore. Moltissimi dei terreni attribuiti al Miocene medio e persino al Miocene inferiore non sono che plaghe diverse del Miocene superiore. Ad esempio nell'Apennino, salvo in Piemonte, specialmente dietro gli studî di alcuni stranieri, si sono attribuiti al Miocene medio, o Schlier, o Langhiano, molti terreni, o per l'erronea determinazione di alcune specie (*Spatangus austriacus*) o per l'inesatta supposizione che altre (*Aturia Aturi*, *Solenomia Doderleini* ecc.) si trovino

posso a meno di notare che un deposito della stessa età grandemente somigliante a questi della Calabria, colle medesime *Ostreae*, *Celleporae*, *Hexactinellidae*, e *Pecten* e colla stessa grande abbondanza di *Pecten scabrellus*, si trova nell' Italia centrale, ai due lati della Valle del Tevere intorno a Città di Castello. Che questi sedimenti rappresentino unicamente una plaga litorale degli altri argillosi, lo mostra anche il fatto, per non uscire dalle Calabrie, che bene spesso, invece di essere a questi sottostanti come viene indicato negli ordinamenti artificiali, sono stratigraficamente più recenti. Nel Pliocene hanno la maggiore omologia litologica e paleontologica con questi strati miocenici litorali di Calabria, i calcari ad *Amphistegina* e le sabbie a *Pecten* della Calabria e d' innumerevoli altri luoghi d' Italia.

Finalmente le ligniti ed i terreni salmastri del Capo Vaticano con *Potamides*. sono evidentemente depositi litorali, avvenuti nelle lagune salmastre circostanti alla spiaggia. Questi ultimi strati stanno cogli altri del Miocene, nel medesimo rapporto nel quale gli strati a *Potamides* del Senese e d'altrove, loro omologhi litologicamente e paleontologicamente, stanno cogli strati litorali marini del Pliocene [1].

Per quel che riguarda l'origine dei grossi conglomerati di cui discorse in particolare il Mantovani (1878 , *Alc. oss.*) mi rimetto a quello che ne dissi parlando dell' oligocene.

Per finire non starò a mentovare tutti i terreni di fuori della Calabria meridionale che possono ritenersi corrispondenti a quelli ora descritti, giacchè la lista sarebbe troppo lunga. Ricorderò soltanto che que' terreni raggiungono pure grande estensione nella Calabria settentrionale ed in Sicilia.

---

soltanto nel Miocene medio. Recenti studî mi persuasero che tali terreni in gran parte non sono se non una plaga del Tortoniano come i piani Astiano e Zancleano lo sono del Piacentino. Devesi ancora fare pel Miocene superiore quel lavoro che fu cominciato da varî anni in quà pel Pliocene. Ricorderò che secondo gli studî dell'Hilber eziandio molti dei terreni d'Austria, che in addietro erano attribuiti al primo piano Mediterraneo o Schlier, si dovranno unire al secondo piano Mediterraneo o Tortoniano.

[1] Il lavoro pubblicato dal Seguenza nel 1880 sulle *Formazioni terziarie nella provincia di Reggio*, non ha alterato le mie conclusioni.

Nel quadro seguente sono riuniti i terreni che io attribuisco al Miocene superiore:

<table>
<tr><td colspan="2">PIANO PONTICO</td><td colspan="2">GESSI E MARNE</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Secondo piano Mediterraneo</td><td rowspan="2">Tortoniano</td><td>ZONA LITORALE
—
Sabbie del M. Tavoleria, dell'Amendolea etc., a Terebratula Costae, Pecten Besseri, P. Jacobaeus, P. flabelliformis; Ligniti del Circondario di Monteleone.</td><td>ZONA CORALLIGENA E DI MARE PROFONDO
—
Tripoli e calcari compatti</td></tr>
<tr><td>Sabbie a Terebratula Costae, Pecten Besseri, Heterostegina papyracea etc.</td><td>Argille di Benestare Ambutì, Falcò, etc.
Marne e foraminiferi ed entomostracei.</td></tr>
<tr><td>Elveziano I
Strati di Grund</td><td>Conglomerati inferiori della regione orientale, arenarie di Stilo a Voluta ficulina, Ficula condita, Turritella gradata etc.</td><td></td></tr>
</table>

CAPITOLO XIII.

Piano Pontico.

§ I. *Disposizione topografica degli strati.*

Le rocce gessose e marnose e gli strati silicei di questo piano formano dei lembi piccolissimi qua e là, in ambedue i versanti, nella porzione settentrionale dell'Aspromonte: sono in strati poco pendenti, concordanti per lo più cogli strati del Tortoniano che vi sottostanno dappertutto, e discordanti col Pliocene o col Postpliocene che in qualche luogo li ricopre.

Per cominciare il solito giro, dalla parte dell' Jonio, accennerò il lembo più settentrionale di Marcellinara, che viene attraversato anche dalla strada nazionale Eboli-Reggio.

Quel lembo posto fra il fiume Lamato ed il corso superiore del Fallaco affluente del Corace, benchè limitato, è uno dei più ragguardevoli, se non che si estende in parte al di fuori dei limiti geografici della regione che ho impreso a studiare, ed orograficamente appartiene alla Sila le cui montuose pendici si innalzano appunto in contiguità del lembo anzidetto, separato dall'Aspromonte mediante tutta la larghezza dell' istmo terziario e quaternario di Catanzaro.

La roccia è formata prevalentemente da strati di gesso in grossi cristalli a ferro di lancia, tenacemente incastrati l'uno coll'altro, ed alternanti con marne biancastre: forma la porzione più profonda della vallata, ed è coperta con discordanza da argille turchine plioceniche di mare non molto profondo. Una volta doveva essere molto

Qui aggiungo a termine di paragone la spartizione proposta dal Seguenza nel 1877 e nel 1880 per tutti i terreni che io ho riunito nel Miocene superiore o secondo Piano mediterraneo.

Bartoniano od Eocene medio.

Conglomerati ed arenarie di Stignano, e Mammola.

Tongriano od Eocene superiore.

Calcari a briozoi delle Saline, Capo delle Armi, Motta, Lazzaro, Macellari, Armo, Valanidi, ecc.

Aquitaniano.

Strati della salita di Stilo e Calcari a briozoi di Palmi.

Langhiano.

Argille e marne di Stilo, Guardavalle, Reggio ecc.

Elveziano.

Sabbie ed arenarie di Santa Barbara, dei Crudeli, di Pioca, Butì, Benestare, Monteleone, Francavilla, ecc.

Tortoniano.

Argille di Benestare, Ambutì, ecc. Ligniti del Monteleonese.

Messiniano

Calcari cellulari o compatti di Gerace, Ambutì, Ardore, etc.

Zancleano.

Sabbie del Monte Tavoleria, dell' Amendolea. Marne a foraminifere ed entomostracei. Conglomerati di Siderno, Gerace, Benestare ecc. Tripoli di Ardore.

più estesa, perchè massi non piccoli di gesso si trovano in certi conglomerati pliocenici situati ivi presso al piede della Sila fra Tiriolo e Catanzaro.

Scendendo verso mezzogiorno si trova il lembo più ragguardevole di tutti, esteso sotto Squillace, lungo il pendio settentrionale del promontorio che termina alla punta di Staletti fin quasi lungo mare. Esso riposa ora sul *gneiss*, ora sul conglomerato Tortoniano, in strati piuttosto pendenti e frequentemente assai scontorti come si può vedere lungo la strada che mena dalla stazione della ferrovia alla città, e sta sotto ad argille turchine uguali a quelle di Marcellinara nella parte opposta dell'istmo. Colle marne si trovano strati di gesso a ferro di lancia, ovvero compatto come alabastro; non mancano straterelli di sericolite o gesso fibroso (contrada Grotta di s. Agazio). Secondo il Rambotti (1877 mss.) si ha colà la seguente serie di strati cominciando da quelli inferiori. « 1. Argille turchine contenenti marcasita .... in minutissimi straterelli alternanti con gesso fibroso ». 2. Sabbie in « sottili straterelli cementati dal solfato di calce alternanti con molasse, con argille sabbiose cenerognole e con argille ocracee scure », con piccoli frammenti di vegetali indecifrabili. « 3. Straterelli di gesso compatto cenerognolo contenente delle particelle di sabbia e di mica nera, con piccole macchie d' ossido di ferro ». Nei dintorni di Squillace verso sud si trova qualche traccia di lignite, specialmente nel torrente Pellena sotto Squillace; e proviene da strati posti sotto la formazione gessosa principale, rispondenti probabilmente alla zona 2ª distinta dal Rambotti. Il prof. Tarantino esaminò questa lignite (1843) e la descrisse nel seguente modo. « È molto dura, di un tessuto legnoide, ne' frammenti concoidea, con la rasura poco splendente di grasso, di un color nero tendente al bruno, e piena di cristallucci bianco verdicci di solfato di ferro (proveniente certo dall'alterazione della pirite). Brucia con facilità, tramanda odore bituminoso, e lascia per residuo una cenere terrosa. Dopo la prima azione del fuoco dà un residuo che brucia con maggiore facilità senza alcun puzzo. Con la distillazione dà un olio empireumatico galleggiante sopra un fluido bruno rossastro, e grande quantità di acido carbonico (p. 73) ». Poco lontano è un piccolo lembo di gesso nei dintorni di Gasperina nella contrada Brisi, e secondo il Grimaldi (1845) anche intorno a Satriano.

Più a mezzogiorno non compariscono altri banchi gessosi se non nel basso dei poggi del Miocene superiore di Gioiosa, Grotteria, e Mammola. Conosco uno di cotali banchi nella contrada Bruchi sopra una casetta del cav. Falletti di Grotteria, nell'estremità del poggio che scende fra i torrenti di Grotteria e di Mammola, sopra la strada comunale di quest' ultimo paese. Una estensione un poco maggiore s'incontra poco a valle di Mammola sulla destra e sulla sinistra del Turbolo nelle contrade Jorghi, S. Barbara, ed in altre. In questi luoghi sotto il piano dei gessi con pienissima concordanza è un calcare compatto del Tortoniano che racchiude strati di tripoli. Superiormente al calcare sono degli straterelli di marne biancastre sottilissime con banchi regolari, or piccoli or grossi, di gesso frequentemente terroso, bianco o ceruleo o roseo, il quale viene scavato, come dappertutto altrove, per usi industriali. Tutto l' insieme degli strati pende circa verso nord.

Altri lembi di gesso pur limitatissimi s' incontrano presso Salvi non lungi da Siderno fra i galestri del Miocene medio e le argille plioceniche di mare profondo;

acquistano poi maggiore estensione presso S. Ilario, fra Ardore e S. Nicola, ed a Benestare fra le argille e le arenarie tortoniane e le solite argille plioceniche.

Probabilmente in questo tratto fra i monti di Gioiosa e quelli di Benestare e Bovalino, sarà qualche altro lembo gessoso che a me è sfuggito; a Bovalino anzi esso viene indicato dal Pilla (1837), a Canolo, a Benestare ed altrove fabbricano col gesso le mura esterne delle case che presto perciò si rovinano. Per trovare di nuovo simile roccia, bisogna fare tutto il lungo giro del Capo Spartivento, del Capo delle Armi, e dello Stretto per arrivare nei dintorni del Capo Vaticano ([1]). Quivi ne è un lembo relativamente esteso che viene attivamente scavato e che provvede di gesso quasi tutto il circondario di Monteleone, intorno a Mileto e più propriamente presso Paravali; un altro ne è fra Spilinga e Panaja, un altro a S. Leo presso Briatico, ed un altro ancora nella fiumara Rizzuto presso quello stesso paese.

Dappertutto la roccia sottostante è l'arenaria del Tortoniano talora con calcedonii, mentre mancano strati più recenti. Probabilmente anche in questo tratto intorno al Capo Vaticano, ed in specie nei dintorni di Mileto, sarà ad indicarsi qualche altro piccolo lembo gessoso di cui non ho avuto notizia.

Un lembo ancora, prima di tornare a quello più settentrionale di Marcellinara, lembo che però non ho visitato da me, si troverebbe a quanto mi dissero nell' istmo di Catanzaro presso al Lamato, sulla destra del Pesipo, non lungi dalla strada nazionale, fra le arenarie ed i conglomerati miocenici, e le sabbie postplioceniche.

Concludendo, le rocce di quest' epoca si trovano in lembi piccolissimi e limitati, che sono ben lungi dall'essere paragonabili alle masse contemporanee, tanto estese per superficie e per altezza, di Sicilia e dell'Italia centrale.

Questo fatto, insieme colla discordanza costante dei sovrapposti terreni pliocenici e colla presenza frequente di masse gessose nei conglomerati pliocenici, mostra con piena evidenza che una denudazione potente ha isolati e quasi fatti sparire quei lembi che una volta doveano essere continui e riuniti.

La denudazione può essere stata prodotta da emersione e dall' opera successiva dell'atmosfera come molti sono proclivi a credere in simili casi, ovvero per l'opera stessa dei movimenti del mare, che è pure una delle potentissime cagioni di denudazione ben conosciuta ai geologi, che però è trascurata da molti i quali attribuiscono sempre ad effetto di denudazione esteriore, atmosferica, ciò che spesso non è.

Per quanta cura abbia messo nel ricercare fra le marne, rompendone i sottili straterelli, non mi è riescito scoprirvi fossili: però è tanta la costanza litologica di questo orizzonte, non solo in Italia ma in tutta la conca mediterranea, che non v' ha pericolo d'ingannarsi intorno alla sua posizione cronologica dappertutto identica. Ma se tutti sono d'accordo omai intorno all'ordine cronologico di codesti strati, non ve ne sono però due d'accordo intorno al nome ed alla posizione da darsi negli ordinamenti schematici all' epoca loro, ed intorno alle circostanze nelle quali essi si depositarono.

([1]) Il Seguenza (*Le form. terz.* 1880, P. 163) indica del gesso anche in un burrone a ponente del Capo Spartivento.

§ 2. *Discussioni intorno all' origine degli strati.*

In qualunque luogo dei dintorni del Mediterraneo si ponga mente a terreni di quest' epoca si vede che portano l' impronta di circostanze i cui effetti non si verificano per lunga età dei terreni anteriori, e, per la metà settentrionale della regione mediterranea, nemmeno nei terreni posteriori. Mancano pure in essi terreni prettamente marini del tipo di quelli miocenici sottostanti e di quelli soprastanti pliocenici, con carattere mediterraneo come direbbero i geologi tedeschi. Per vero dire si citano dei fossili propriamente marini nei conglomerati di Pikermi in Grecia, ma forse questi sono un pochino più antichi del piano a *Congeriae*, almeno stando alle osservazioni del Forsyth Major che ritenne la fauna di Pikermi alquanto anteriore a quella che si trova negli strati del Casino presso Siena, appartenenti ad una delle zone meno recenti del medesimo piano a *Congeriae.*

Quando si eccettui questa dubbia località di Pikermi, negli strati estesissimi di questa zona si trovano in qualche luogo resti di animali d'acqua prettamente dolce, ma il più delle volte si tratta di specie d'acque più o meno salmastre. Coralli, Echinodermi, ed altre classi erano già scomparse nei luoghi circostanti al mar Nero dove prima cominciò a diminuir la salsedine, nell'età del mare detto Sarmatiano. Quando le acque divennero ancor meno salse, cioè nell'età dei così detti strati a Congerie, scomparvero anche quelle Foraminifere che avevano resistito nei mari sarmatiani, e tutta si cambiò la fauna dei molluschi subentrando specie d' acqua salmastra a quelle d'acqua marina scomparse. I grossi mammiferi marini, come le foche, poterono resistere ai mari sarmatiani, e di fossili ne rimasero ad Hernals e a Neudorf nella vallata del Danubio; poi, o per le difficoltà di riprodursi, o per la facilità di emigrare in cerca di sedi più adatte, scomparvero nelle acque al tempo degli strati a *Congeriae.* I pesci resistettero adattandosi ai successivi cambiamenti, come suole ai tempi nostri, ed ecco come negli strati a *Congeriae* si trovino a quanto pare, alcuni dei pesci anche marini degli stessi generi che viveano nelle epoche anteriori. Questi strati salmastri s' incontrano tutto intorno al Mediterraneo. Cominciano nella grande vallata del Danubio, poi si trovano intorno al mar Nero, al Caspio ed all'Aral, in Licia ed in altre regioni dell'Asia minore, in Tunisia e nell'Algeria, lungo il litorale della Francia e nella Valle del Rodano, nelle Baleari, tutto intorno all' Italia, in Sicilia, in Corsica, in Grecia, nelle isole dell' Arcipelago, e nella Turchia europea. Cogli strati salmastri a *Congeriae* alternano dapertutto strati di gesso, ed in moltissimi luoghi strati di salmarino commisto agli altri sali anche più deliquescenti che si trovano ordinariamente nelle acque marine. Questo alternare di strati eccessivamente salati entro acque ordinariamente salmastre, denota l' esistenza di un insieme di circostanze non comuni che ha bisogno di qualche schiarimento. Lo schiarimento parmi ce lo diano varî fatti che pure accadono al giorno d'oggi e che si collegano con quelli dell' epoca da noi geologicamente non molto lontana ora considerata.

Strati di gesso e depositi di salmarino si formano in parecchie conche più o meno piccole nell' interno dei continenti, p. e. negli *Schotts* circostanti al Sahara, per l'alternare delle stagioni, cioè per l'evaporazione, completa in certi tempi dell'anno,

dell'acqua che in altri tempi torna ricca di sali trascinati dai luoghi vicini. Si formano gessi e sali pure, per la medesima alternanza delle stagioni, nelle lagune litorali circostanti a masse di acqua più o meno salate, p. e. intorno al mar Rosso, intorno al mar Nero, al Caspio, ecc. In queste circostanze si deposita prima il carbonato di calce, quindi il solfato di calce; poi si concentrano tutti gli altri sali nell'ordine inverso alla loro solubilità. Se l'evaporazione è incompleta si depositano soltanto quelli meno solubili; se è completa si depositano tutti, salvo a sciogliersene di nuovo una parte al sopravvenire delle acque nella stagione successiva. Si formano quei sali anche in altro modo negli stessi bacini aperti, sempre per causa dell'evaporazione; per es. nel Lago di Van, nel Caspio, ed altrove, nelle stagioni asciutte la rapidissima evaporazione assorbe gli strati superiori dell'acqua lasciando i sali che sollecitamente si concentrano e formano delle croste superficiali le quali poi, condotte dal loro peso, come osservò Abich, cadono al fondo, e lasciano il posto alla formazione di nuove croste. In altri casi la salsedine aumenta dalla superficie al fondo, chè gli strati più salini essendo anche più pesanti scendono al basso: p. e. nel mar Morto, secondo Lartet, di marzo, alla temperatura di 15°, la densità dell'acqua variava da 1,0216 alla superficie sino a 1,2523 alla profondità di 300 metri: dal fondo si cavarono poi cristalli di sale e di gesso, e non è improbabile che in certi casi questi si possano formare anche per la immediata saturazione degli strati acquei inferiori [1]. Per lo meno questi strati più salini rendono più difficile il ridisciogliersi del sale depositato al sopravvenire della piena delle acque dolci come del resto il sedimento d'un velo delle argille sopravvenute può definitivamente conservare il sale sottraendolo all'azione dissolvente delle acque dolci.

Nessuno degli esempî oggi conosciuti prova che vi sieno dei gessi i quali si depositino direttamente nel fondo di un bacino per opera di acque dolci termali sorgive: niuno parimente potrebbe citare un caso nel quale il deposito de' gessi o degli altri sali sia dovuto ad alternanze di parziali abbassamenti e sollevamenti: nè invero il sollevamento di una laguna litorale potrebbe avere altro effetto se non quello di farla vuotare, quando altre circostanze straordinarie non vi fossero. Ciò non toglie che vi sieno tuttora alcuni geologi i quali attribuiscono la formazione degli strati gessosi e salini a sorgenti, a bacini non chiusi o non soggetti ad evaporazione e ad alternanze di sollevamenti e abbassamenti.

Se que' gessi e que' sali fossero stati depositati da acque aventi carattere (lo dirò anch' io) *mediterraneo*, non avrebbe mancato di trovarsi una fauna *mediterranea*, almeno nei sedimenti alternanti con essi: questo fatto invece mai si verifica, onde è forza concludere, come già feci altrove, che il bacino acqueo donde quei sali uscivano può paragonarsi soltanto al mar Morto, o meglio al Caspio, o al mar Nero o ad altre simili conche non aventi carattere mediterraneo. Ho già discorso di ciò altrove [2] e non occorre che io ripeta i miei ragionamenti. La conclusione cui son giunto pel Mediterraneo non fu proposta da altri prima che da me, perchè prima che il Mayer,

[1] Nei mari aperti però, secondo le ultime esplorazioni, non esisterebbe apprezzabile diversità della salsedine fra i varî strati acquei.

[2] C. De Stefani, *La Montagnola senese* (Boll. r. Com. geol. Vol. XI, p. 73) 1880.

il Capellini ed altri in epoca recentissima li facessero conoscere, gli strati a *Congeriae* che fanno parte della zona miocenica gessosa erano interamente sconosciuti presso di noi. Però Spratt e Forbes avevano già proposta la mia ipotesi sulla parte più orientale del Mediterraneo e fin dal 1843 l'Angelot ([1]) riteneva che gli odierni laghi e conche esistenti nelle depressioni circummediterranee fossero come altrettanti resti di un mare asiatico diverso dal Mediterraneo, che egli supponeva avesse occupato il centro dell'antico continente. Più tardi sopravvenivano gli studî del Suess e di altri sulla vallata del Danubio, ed oggi, lo dirò con Lartet ([2]): « L'existence d'une nappe d'eau saumâtre qui aurait à des époques antérieures à la nôtre, occupé de vastes surfaces autour de la Caspienne, en nourrissant, comme cette dernière mer, une faune d'un caractère intermédiaire entre celles des mers et des lacs actuels, paraît être prouvée par les travaux des géologues qui ont dépuis lors parcouru ces contrées ». La differenza tra le regioni intorno al Ponto ed al Caspio e le nostre consiste in ciò, che in queste tornò sollecitamente un mare di carattere mediterraneo, in quelle no. A volte, negli strati di questo piano che stanno intorno al Mediterraneo si trovano degl' indizî i quali proverebbero come non sempre essi sieno strati litorali, anzi come spesso sieno stati depositati a grandi profondità. Infatti mentre i conglomerati e le masse di ghiaia sono abbondanti in molti luoghi nel piano Tortoniano antecedente, sono rari per lo più in questo. È poi notevole che sopra i gessi e gli strati che li accompagnano, non succedono nell' epoca pliocenica sabbie e ghiaie litorali come avrebbe dovuto essere a circostanze ordinarie se pure quelli fossero stati litorali: invece succedono quasi sempre ed in Italia e nelle isole Jonie ed altrove argille e sedimenti pliocenici depositatisi a più o meno grandi profondità. Questa successione potrebbe essere spiegata con un abbassamento avvenuto dopo la formazione dei gessi, ma ripeto, la generalità del fatto, e la mancanza di sedimenti puramente marini contemporanei ai gessi e ben constatati, possono anche lasciare il dubbio che quei sedimenti pliocenici profondi sieno succeduti almeno qualche volta a strati gessosi pur profondi benchè formati in circostanze diverse. La questione è complicata e per il momento impossibile a risolversi con sicurezza. Del resto la considerazione delle circostanze orografiche ed idrografiche di quel tempo rende non inverosimile la supposizione dell' esistenza di un mare chiuso in luogo del Mediterraneo. Nel miocene medio ed in parte di quello superiore, estese comunicazioni vi erano forse fra la conca del Mediterraneo ed il grande Oceano, e fuor d'ogni dubbio fra quello e l'Atlantico, per vari lati. Il sollevamento successivo a quell' epoca, che poi, forse con qualche intermittenza, è lentamente durato e dura fino a noi, innalzò delle barriere le quali cominciarono a segnare i limiti dell' odierna conca mediterranea e a renderla mare più chiuso. Infatti staccate dall' Oceano Atlantico e dal Grand' Oceano ed in quel tempo certamente chiuse da ogni lato, salvo verso il Mediterraneo di cui formavano parte, eran la grandiosa vallata del Danubio, e la

([1]) Angelot, *Recherches sur l'origine du haut degré de salure de divers lacs placés dans le fond de grandes dépressions du sol des continents et en particulier de la mer Morte, suivies de considérations sur l'origine du sel gemme en couche* (Bull. soc. géol. de France S. I, T. XIV, p. 356) 1843.

([2]) E. Lartet, *Exploration géologique de la mer Morte.* Paris, 1877.

conca del mar Nero, e quella del Caspio e degli altri grandi laghi circostanti che forse comunicavano ancora col mar Nero. Chiuso, o ben poco aperto era il Mediterraneo dalla parte del mar Rosso; chiuso certo verso l'Asia minore dal Libano e dalle vecchie giogaie che in quella già alta regione s' innalzano. Chiuso dicono fosse già il Mediterraneo dalla parte del Sahara, anzi vuole taluno che il mare del Sahara già interno, fosse fin da quell' epoca diviso dal Mediterraneo, questione che non altera le nostre indagini. Già chiuso era il Mediterraneo dalla parte della valle del Rodano e da tutte le elevate pendici orientali della Spagna.

Nè si hanno argomenti i quali provino che in quell' epoca fosse aperto uno stretto simile a quello ch' è oggi limitato a Gibilterra. Quivi intorno infatti non sono basse pianure e colline, ma la Sierra Nevada di cui un lembo termina a picco a Gibilterra, sembra vada ad incontrarvi i poggi dell' opposta Tangeri e del Marocco.

Ciò posto, e poste delle circostanze di clima diverse come certamente doveano esservi; data una diversa quantità di corsi d'acqua; reso impossibile lo scambio delle quantità eccessive di sale portate al fondo con altri oceani, ne potevano venire di conseguenza, cambiamenti di fauna, depositi di sali, alternanza di sedimenti salini e di depositi salmastri presso i litorali, particolarmente presso quelli del Mediterraneo occidentale dai quali non avevano foce in mare grossi fiumi e correnti come nel Mediterraneo orientale dove gli strati mostrano traccie di acque meno ricche in sale.

Per la denudazione continuata, od anche per altre cause, aperte nuove comunicazioni coll' Oceano, la natura del mare cambiò, cambiò la fauna sopravvenendo quella portata dalle mutate circostanze della nuova epoca pliocenica, e la vecchia fauna non trovando più condizioni sì favorevoli al suo sviluppo, dovette con grande sollecitudine estinguersi. Per altro lato rimasero chiuse o quasi alcune parti del vecchio Mediterraneo, come il Caspio, il mar Nero ed almeno alcuni degli Schotts di Barberia, nei quali le circostanze precedenti continuarono, col dare esempio nei tempi nostri di quello che dovette essere una volta una regione assai più estesa (¹).

§ 3. *Ordinamento cronologico.*

Come accade delle cose che paiono meglio conosciute, almeno superficialmente, e che stanno più in vista delle altre; così questi terreni hanno avuto le qualificazioni più diverse, talmente che non è facile guidarsi nel labirinto delle medesime. Per solito sono stati sempre riuniti al miocene; ma taluno li pone nel pliocene, altri ne fa una zona intermedia fra un'epoca e l'altra. Ho già discorso altrove per provare che questi terreni secondo me si possono conservare nel miocene e non hanno che fare col pliocene come s'intendeva fin qui. Non ripeterò quei ragionamenti ed aggiungerò

(¹) Queste mie ipotesi esposte già da qualche anno non sono state finora infirmate. Gli studî del Fontannes sulla vallata del Rodano confermano, parmi, anche per quella regione la mancanza di strati marini equivalenti al piano Pontico. Il Neumayr mi sembra persuaso appieno delle supposizioni da me fatte, almeno pel Mediterraneo orientale.

soltanto alcune parole intorno alla supposizione fatta da alcuni, della loro concordanza costante coi terreni pliocenici e della discordanza col miocene marino. Infatti, come può accadere di tutti quanti i terreni intermedî ad altri, si possono vedere gli strati a Congerie in tutti quanti i rapporti possibili cogli strati sovrastanti e sottostanti. Nella parte superiore della Val di Cecina in Toscana, in qualche luogo stanno perfettamente concordanti sotto al pliocene. Il Fuchs afferma che sono concordanti anche nell'Apennino di Bologna, ma il Capellini lo nega, per cui lascierò stare questo esempio che del rimanente non altera le cose. Il Fuchs afferma pure che sono concordanti nei dintorni del Casino presso Siena; ma quivi non sono tali; v' ha bensì una trasgressione non molto forte ma pur manifesta cogli strati inferiori del pliocene di colà, ed una discordanza evidente cogli strati superiori. Una trasgressione esiste pure cogli strati pliocenici dei dintorni di Rosignano, ed ancora più con quelli di Pomaia nella provincia di Pisa. V' ha invece una discordanza assoluta cogli strati pliocenici nei dintorni del Limone e della Puzzolente presso Livorno, nei monti di Camporbiano nel Fiorentino, nei monti di Civitavecchia, e come si è veduto, nelle Calabrie. Questo pei rapporti degli strati gessosi col pliocene; i medesimi fatti si ripetono nei loro rapporti col miocene marino sottostante. Nella parte inferiore della Val di Cecina in Toscana ed in Calabria a Benestare ed a Mileto e altrove sono assolutamente concordanti con questo; sono in trasgressione negli altri luoghi di Calabria, nei monti Livornesi, e nel Volterrano, e sono discordanti in qualche luogo nei monti della Castellina in Toscana. Esaminando la questione da un punto di vista generale, in qualche luogo, benchè non di frequente, sono assolutamente concordanti col pliocene; altrove più sovente stanno con eguale pendenza ed anche concordanti sopra il miocene marino.

Considerando le cose nel loro insieme e dal punto di vista paleontologico questo terreno non ha alcuna analogia col pliocene, durante il quale si estese un mare di carattere mediterraneo, mancante di sedimenti gessosi e salini, fossero pur lagunari. Non si può dunque riunire al pliocene e non si potrebbe punto, arbitrariamente, dirlo pliocene inferiore, appellando pliocene superiore quell'altro, in primo luogo perchè si altererebbero completamente i limiti di quel terreno che per convenzione fu detto Pliocene, in secondo luogo perchè il vero pliocene sovrastante è già stato detto per conto suo pliocene inferiore (*Older pliocene*).

Per caso ci troviamo di fronte ad una distinzione nettamente stabilita dalla natura, e non occorre che la scienza la quale con le sue parole rende artificiose tante altre distinzioni, renda incerta e confusa anche questa che di per sè non lo è. Sono maggiori invece le analogie paleontologiche col miocene sottostante, e maggiori coll'epoca di questo che coll'epoca pliocenica sono anche le analogie dell'orografia e dell'idrografia, essendo la estensione e la forma del mare nell' epoca degli strati a Congerie molto più somigliante a quella del mare miocenico superiore che a quella del mare pliocenico. A caso nuovo, perciò, dovendo scegliere fra il miocene ed il pliocene, si dovrebbero mettere gli strati in discorso nel primo termine anzichè nel secondo; e così nel fatto fu ammesso concordemente fino ai tempi nostri e dovrà ammettersi ancora, non essendo, almeno finora, state esposte ragioni valevoli per mutare.

Non è men vero però, che, siccome fu detto, una distinzione reale e netta separa gli strati gessosi e saliferi dagli strati Miocenici superiori. Occorre eziandio por mente che dal tempo nel quale il Lyell costituiva il miocene, gli studî analitici sono molto avanzati, e si è scoperto che in quel termine vanno riuniti molti terreni differenti per fauna; mentre se non erro si è confermata la giustezza e si è mantenuta l'integrità del pliocene. Il vero pliocene, detrattone cioè il postpliocene, non a ragione fu distinto in piani con diverso nome, come dirò nel capitolo successivo; dal miocene invece molti detrassero l'oligocene e ne formarono un piano più antico con fauna di mammiferi e di molluschi discretamente differente. Ma anco nel miocene rimanente erano a riconoscersi parecchi piani con faune differenti; e si è veduto che tali piani erano rappresentati successivamente: 1° dallo Schlier degli austriaci, dai conglomerati serpentinosi delle colline torinesi, dai *faluns* di Saucats ecc., 2° dal così detto secondo piano Mediterraneo dei geologi austriaci e da parte almeno del Tortoniano degli italiani. Rimanevano gli strati a Congerie che formano il terzo piano miocenico più recente. Parrebbe naturale appellare miocene inferiore il primo, piano medio il secondo, e superiore il terzo; ma la questione è già pregiudicata, avendo molti geologi appellato miocene inferiore quello che altri dicono oligocene, miocene medio il piano primo da me sopra mentovato, e miocene superiore il secondo; talchè rimarrebbe fuori il piano ultimo dei gessi. Non bisogna essere seguaci della scuola storica fino al punto di disconoscere i miglioramenti che la scienza viene mano mano introducendo, e di attaccarsi, a chiusi occhi, alle denominazioni antiche. Bisogna bensì accordare quanto si può la stabilità utile di certe idee convenzionali, cogli svolgimenti scientifici successivi. Scoperto dunque che il termine miocene comprende al dì d' oggi troppi terreni differenti, parmi conveniente, non già di toglierne qualche terreno e riporlo nel pliocene, come fa taluno, per cascare così da una confusione ad un'altra, ma piuttosto di aggiungere qualche nuovo termine intermedio.

I geologi francesi proporrebbero il collocamento degli strati gessosi e salini in un nuovo piano col nome di Mio-pliocene; nome non molto classico, anzi tutt' altro. Più esatto di tutti sarebbe il nome di strati a Congerie o di strati d' Inzersdorf che gli è sinonimo; ma il primo nome ha il difetto di indicare un semplice carattere desunto dalla fauna che è comune ad epoche più antiche e più recenti. Il secondo nome di *Inzersdorfer-Schichten* fu introdotto se non erro da J. von Hauer, per lo meno nel 1860; e se si prendessero per norme le distinzioni dei piani desunte dai nomi dei luoghi, come fece il D'Orbigny, si potrebbe benissimo accettare quel nome di piano Inzersdorfiano. Il nome di mio-pliocene de' francesi ha il difetto di essere modellato troppo su quello di Messiniano del Mayer, che or ora esaminerò, e di essere applicato qualche volta, credo per equivoco, a strati pliocenici che non vi hanno che fare. Per poterlo accettare bisognerebbe limitarlo propriamente agli strati gessosi e salini ed ai loro equivalenti, altrimenti porterebbe confusioni maggiori.

Per più e diverse ragioni è a rifiutarsi il nome di Messiniano proposto nel 1868 dal Mayer. Questo nome fu proposto in sostituzione di quello di Zancleano, che pareva troppo classico, pubblicato antecedentemente dal Seguenza, e che allora si

riferiva a terreni sviluppati nel territorio di Messina (anticamente Zancle) i quali si ritenevano formare un passaggio fra il miocene ed il pliocene. Più tardi lo stesso autore Seguenza, dimostrò, cosa che gli studî successivi hanno chiaramente confermato, che quel suo terreno Zancleano rispondeva in parte puramente e semplicemente al pliocene, in parte al Tortoniano rappresentando terreni di quest' epoca depositati in mari profondi. Nondimeno il piano Messiniano rimase, anzi fu ampliato, e ne furono fatte due divisioni, una corrispondente ad una parte così detta inferiore, che però non so veramente quale sia, del pliocene, ed un' altra sottostante rappresentante degli strati a Congerie. Così mentre almeno il nome più vecchio di Zancleano rappresentava qualche cosa e si riferiva proprio ad un periodo unico, quello di Messiniano confondeva insieme due periodi differenti, ed a forza di variazioni fu condotto da molti a rappresentare il piano dei gessi o degli strati a Congerie, che, a farlo apposta, sono ben poco rappresentati in quella provincia di Messina che dà nome al piano. Ecco le ragioni per le quali mi sembra che il nome di piano Messiniano non sia da accettarsi. Il nome di piano Oeninghiano già da molto tempo ammesso dai geologi svizzeri non sarebbe forse nemmeno da accettarsi, perchè comprende eziandio strati di epoca un poco più antica. Rimettendomi a quello che i geologi potranno decidere nell' avvenire con studî più esatti, parmi che si possa almeno nel momento mettere questi terreni nella parte più recente del miocene superiore, ed accettare il nome più proprio e più limitato di Piano Pontico, col quale molti geologi austriaci lo designano.

CAPITOLO XIV.

Pliocene.

§ 1. *Descrizione topografica e paleontologica dall'istmo di Catanzaro ai monti di Roccellà.*

I terreni pliocenici girano intorno a gran parte della Calabria meridionale formandone specialmente le pendici meno alte, e sono costituiti da marne bianche, ricchissime di *Globigerinae* e *Orbulinae,* dette *maramusca*, da argille fine, cerulee, colle quali fanno spesso mattoni e laterizî, da sabbie silicee biancastre o giallo-chiare, da conglomerati, benchè raramente, e da calcari formati da un cumulo di resti d'animali delle classi inferiori, specialmente di briozoi e foraminifere, che formano scogliere tutto intorno al litorale antico.

A cominciare da settentrione, le argille turchine e bianche, ricche di fossili, si estendono nell'istmo di Catanzaro fra i monti della Sila e l'Aspromonte. Occupano però soltanto la metà orientale della depressione, da Marcellinara, Carafa albanese, S. Floro (fig. 8), e Squillace, all'Jonio, continuando poi al di là del Corace che ho preso per limite della mia regione, intorno alla Sila, dove raggiungono un' estensione maggiore che nell' Aspromonte. Gli strati sono lievemente inclinati verso ponente,

cioè verso il mare Tirreno: presso Marcellinara e presso Squillace riposano sopra i gessi del piano antecedente, ma per solito occupano essi stessi la parte più profonda delle vallate: giungono all'altezza di circa 300 metri, e sono ricoperti da sabbie gialle postplioceniche le quali poi occupano tutta la metà occidentale della depressione catanzarese. È importante a notarsi il conglomerato di rocce granitiche, calcaree, e di massi gessosi che si trova nel pliocene fuori della regione impresa a studiare, ma in contiguità di questa, fra Tiriolo e Catanzaro, a ridosso della Sila.

Presso Caraffa, nelle argille turchine, si trovano i seguenti fossili.

Nucula placentina Lck. *Turritella subangulata* Broc.
Cassidaria echinophora Lck.

Seguitando sempre lungo l'Jonio, verso mezzogiorno, e passato di poco il Capo Staletti, nell'alto, sopra gli gneiss, è un altipiano ondulato alto da 300 a 500 metri, circondato da una specie di terrazzo gneissico più elevato, alla cui base presso a poco sono i grossi paesi di Centrache, Olivadi, S. Vito, Argusto, Gagliato. In quell'altipiano si estendono degli strati calcarei formati dall' *Amphistegina Hauerina* D' Orb. (fig. 9, 10); fra Chiaravalle ed Argusto vi si trova qualche banco d'*Ostrea lamellosa* Brocchi. Più in basso, da Soverato fino a Roccella per la lunghezza di 40 kilometri, si estendono le argille biancastre o leggermente cerulee, sempre lungo la spiaggia, separate dal mare da breve tratto di sabbie (fig. 1, 2, 10, 12). Esse formano delle colline lievemente ondulate, deserte di case e di vegetazione, leggermente declivi verso il mare, ed alte verso l'interno fino a poco più di 200 metri. Per la loro nudità, quivi, come negli altri tratti che accennerò poi, si possono verificare in tutta la loro semplicità le leggi della denudazione operata dalle acque. Ogni monticello alquanto isolato è conico, tondo alla base, un poco ricurvo a cupola in cima; di qui scendono tanti solchi più o meno profondi, come raggi d'una ruota; a questi scendono dai lati solchi minori perpendicolari: le pareti argillose sono quasi concave, cioè ripide e quasi a perpendicolo in cima, dolcemente curve, poi lievemente inclinate nella parte inferiore. Gli strati sono quasi sempre ben distinti, per l'alternante loro colorazione, ora bianca, ora più scura, e per l'intromissione di sottili straterelli limonitici i quali resistono anche maggiormente alle intemperie e sporgono a volte un pochino più degli altri: questi sono costituiti da sottili accumulazioni di echini, di pteropodi, di foraminifere, di cefalopodi e di piccoli molluschi, i quali probabilmente furono trasformati in solfuro di ferro, e vennero poi cambiati in limonite. Negli strati scuri abbonda l'argilla, in quelli più chiari, che si potrebbero dire formati di marna ed in volgare vengono chiamati *maramusca,* o *juzzo* dai Roccellesi, da non confondersi però col *juzzo* o caolino dei Geracesi, abbonda il calcare. Qualchevolta, come sotto S. Sostene, in una medesima pendice si trova aperta una cava di argilla buona a far mattoni, ed una cava di marna la quale dà un' ottima calce idraulica, impiegata con buona riuscita nei lavori della ferrovia jonia. Anche a Roccella cavano la *maramusca* per farne calce idraulica, e se ne servivano in altri tempi come fondente pel minerale di ferro portato alla Mongiana, aggiungendone 10 parti ad ogni 100 di minerale. Essa contiene 20 a 25 per 100 di argilla, di silice pura e di silicati diversi e da 75 a 80 per cento di carbonato di calce con tracce di carbonati di magnesia e di ferro (Montagna 1857).

La marna calcarea di questi luoghi e di tutti gli altri che verrò ricordando è alle volte presso che intieramente costituita da foraminifere microscopiche appartenenti alla famiglia delle *Globigerinidae*. Presso S. Sostene ed altrove, come al Capo Spartivento, ho trovato nella marna, sia esaminandone le sezioni microscopiche, sia sciogliendola nell'acqua ed isolando le foraminifere, le seguenti specie:

Orbulina universa D'Orb. Di gran lunga predominante (= *O. hirta* Costa).

Globigerina bulloides D'Orb. Comune in certi straterelli a preferenza di altri.

Pulvinulina sp.

Lavando la marna e passandola attraverso un velo, le *Orbulinae* che sono più grosse rimangono aderenti a questo, mentre le *Globigerinae* e le *Pulvinulinae* passano.

Vi si vedono pure delle squame di pesci cicloidi.

Sciogliendo la marna negli acidi, nei residui silicei rimangono alcune spicule di spugna ed insieme a moltissimi resti indecifrabili, probabilmente inorganici, si vedono alcune diatomee. Di radiolarie non vidi traccia ([1]).

Non v'ha dubbio che tra i depositi pliocenici conosciuti, questi son quelli formati a maggiori profondità. Essi hanno la più stretta analogia coi sedimenti che si formano oggi nelle profondità dell'Atlantico, e non hanno alcuna somiglianza coi terreni pliocenici dell'Italia centrale e meridionale che tutti, comprese le marne vaticane e le argille con pteropodi d'Orciano, si originarono a profondità minori.

Spesso le argille e le marne della regione ora esaminata sono coperte da efflorescenze di carbonato di soda. Qua e là, specialmente colle bacchettine di limonite, si trovano dei piccoli cristalli di gesso il quale dovette formarsi verosimilmente per l'alterazione della marchesite, che rare volte si trova intatta e ben conservata, a contatto della marna calcare.

La maggiore estensione, quindi la maggiore lontananza dal mare, questi strati l'acquistano nei poggi di Guardavalle, di Stignano, e di Caulonia: ma per solito si dilungano assai poco dalla spiaggia. Fra la Marina di Soverato e Santa Caterina riposano sopra lo *gneiss*, o più spesso sopra le marne, le arenarie ed i conglomerati del miocene superiore. Così pure nel lungo tratto fra Santa Caterina e Roccella; in qualche luogo spuntano in mezzo al pliocene alcuni lembi miocenici isolati, come lungo lo Stilaro, intorno ai due poggi di Monte Tavoleria e di Monte Parella. Rarissimi lembi di terreno postpliocenico coprono le argille intorno alla Valle di Melis sotto Davoli e S. Sostene, intorno allo Stilaro, e sulla destra del Precarti brevi tratti di una panchina recente ne ricoprono i lembi più bassi fra lo Stilaro ed il Precariti. La pendenza degli strati è leggerissima verso il mare, e potrebbe anche derivare da una disposizione originaria invece che da un sollevamento leggero successivo. Frequenti vi sono i cristallini di gesso e la pirite bianca per lo più alterata in limonite.

Fossili se ne trovano dappertutto; ma quasi sempre sono in piccolo numero, e

([1]) Non è difficile talora confondere queste marne plioceniche con quelle tortoniane; oltre la posizione stratigrafica credo possano servire a distinguere le marne plioceniche la prevalenza del calcare, la grande abbondanza di *globigerinidae* che le avvicina ai fanghi odierni raccolti nelle massime profondità dei mari circostanti e la scarsità o mancanza di entomostracei. Mi pare eziandio che per solito le marne mioceniche siano più candide.

con grande uniformità di specie; a volte poi sono rarissimi. Le foraminifere per solito abbondano più degli altri fossili e sono comuni specialmente le *Orbulinae*.

Sotto Badolato lungo il vallone Vola, insieme con una quantità di resti fossili indecifrabili perchè tutti convertiti in limonite e coperti da concrezioni di questa stessa materia, ho raccolto:

Nodosaria raphanistrum L.

Robulina cultrata D'Orb.

Terebratulina granoso-radiata Phil.

Anomia ephippium L.

Sepia sp. È un modello in limonite affine alla *S. sepulta* Mich., ma troppo imperfetto per poterlo determinare. È depresso nella regione ventrale e a quanto pare fornito di linee concentriche nella regione dorsale.

Rhabdocidaris oxyrhine Meneghini. Bacchette frequenti col nucleo alterato in calcite, a volte cambiate in limonite. Alcuni frammenti di aculei compressi e molto dilatati a guisa di palette presso la sommità, acquistano fin la larghezza di 9 e 10 mill.: sono un poco incavati nel mezzo a guisa di doccia. Alcuni frammenti di aculei rotondi si confonderebbero con quelli del *Dorocidaris Münsteri* E. Sism., ma le serie longitudinali delle spine vi sono in numero minore e le spine sono più rade e più grosse.

Echinus sp. n. Bacchette esilissime distinte dall'*E. acutus* L., *E. microtuberculatus* Müll., ecc., pel molto minor numero delle scannellature.

Sotto Santa Caterina nel Monte Forcato trovai:

Anomia ephippium L.

Pecten inflexus Poli

P. scabrellus Lck.

Rhabdocidaris oxyrhine Meneghini.

A Monasterace presso la marina sono le seguenti specie: indico con * le specie notate da altri prima di me.

Nodosaria raphanistrum L.

Isis peloritana Seguenza

**Nucula sulcata* Bronn

**Neilo excisa* Phil.

**Limopsis aurita* Broc.

**L. minuta* Phil.

Corbula gibba Ol.

**Cadulus ovulum* Phil.

**Dentalium agile* Sars.

**Nassa italica* Mayer (= *N. Brocchii* May. Seg.).

**N. turbinelloides* Seg.

N. turbinellum Broc.

**N. spinulosa* Phil.

Surcula Lamarcki Bell.

Drillia sigmoidea Broc.

**D. modiola* Jan., (*Pleurotoma carinata* Biv. Phil.).

Rhabdocidaris oxyrhine Meneghini. Individui interi ben conservati.

Il Philippi (1836-44) cita a Monasterace 22 specie di molluschi, fra i quali sono i seguenti non citati da me e riportati pure dal Seguenza:

Yoldia pellucida Phil.

Lucina spinifera Mtg.

Dentalium aprinum Gmel. (*D. striatum* non Lck.).

D. tetragonum Brocchi

Chenopus pespelicani L. (*C. pesgraculi* Phil., *C. Uttingeri* et *Serresianus* Seg.).

Murex vaginatus Crist. et Zan.

Fusus rudis Phil.

Columbella acutecostata Phil.

Surcula (*Pleurotoma*) *torquata* Phil.

S. (*P.*) *nodulifera* Phil.

Il Seguenza poi (1875-77 *St. strat.* 1876, *Cenni Vert.* 1877 *Nuc. terz.*, 1880). ha aggiunto le specie seguenti.

Quinqueloculina incrassata Kar.
Q. triangularis D'Orb.
Biloculina circumclausa Costa
Plecanium sagittula Def.
Globigerina bulloides D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Pulvinulina Partschiana D'Orb.
Robulina cultrata D'Orb.
Pullenia compressa Seg.
Dentalina ovularis Costa
Lagena marginata Walk.
Diplohelia Doderleiniana Seg.
D. reflexa Mich.
Lephoelia Defrancei Ed. et H.
Stephanocyathus elegans Seg.
Ceratocyathus acuticostatus Seg.
C. poliedrus Seg.
Isis compressa Seg.
Verruca zanclea Seg.
Ostrea laticardinis Seg.
Pecten difformis Seg.
P. fenestratus Forb.
P. duodecimlamellatus Bronn.
P. vitreus Chemn.
Neilo dilatata Phil.
Yoldia lucida Loven
Y. tenuis Phil.
Y. confusa Seg.
Leda pusio Phil.
» var. *salicensis* Seg.
L. trigona Seg.
» var. *brevirostris* Seg.
L. acuminata Jeffr.
Nucula glabra Seg.
N. trigona Seg.
N. nitida Sow.
Limopsis clathrata Seg.
Arca aspera Phil.
Neaera Philippii Seg.
Syndosmia similis Phil.
S. longicallis Scac.
Verticordia argentea Mar.
V. acutecostata Phil.
V. arenosa Rayn.
Seguentia monocingulata Seg.
» var. *elegans* Seg.
Margarita Ottoi Phil.
M. marginulata Phil.
» var. *conica* Seg.
Turbo peloritanus Cantraine
Natica pseudoepiglottina Sism.
N. fusca De Blainv.
Fusus rostratus Ol.
F. pulchellus Phil.
Nassa limata Chemn.
Raphitoma Columnae Scac.
R. echinata Seg.
Surcula pygmaea Phil.
S. monosteracensis Seg.
Marginella secalina Phil.
Dorocidaris asperrima Seg. (¹)

Presso la stazione ferroviaria di Riace raccolsi i seguenti fossili che sono per la maggior parte *acefali.*

**Nodosaria raphanistrum* L.

Ceratocyathus Pignatarii sp. n.

Polipaio conico allungato e quasi cilindrico o prismatico mediocremente ricurvo, colla curvatura variabile, ma intermedia fra il piano dell'asse maggiore del calice e quello dell'asse minore: la base è tenue, poco allungata, e l'estremità è sempre cica-

(¹) Philippi cita anche la *Mactra solida* L., la *Natica sordida* Sw., ed il *Pectunculus violacescens* L., specie non riportate dal Seguenza, nè trovate da me e forse raccolte nelle panchine recenti frequenti intorno a Monasterace. Non sono fuor d'ogni dubbio che qualche specie recente sia pur compresa nell'elenco del Seguenza.

trizzata. La muraglia è solida, formata di 24 coste tutte uniformi, depresse, un poco convesse, separate da solchi sottili, coperte da granulazioni ottuse, fitte, e grossolane; rade volte le coste corrispondenti ai tramezzi del primo ciclo sono un pochino più rilevate delle altre: sulla muraglia sono pur talora delle depressioni e delle rughe trasversali sulle quali le costole sono meno marcate. Il calice è alquanto elittico, ma poco meno che circolare; intorno ad esso sporgono come punte acute le costole, di cui quelle rispondenti al tramezzo del primo ciclo sono più elevate: la fossetta è piuttosto profonda; la columella è formata da due a quattro lamelle contorte. I tramezzi sono discretamente grossi, e sparsi di granulazioni irregolari; poco maggior grandezza hanno quelli del primo ciclo; essi appartengono nei tre individui da me raccolti a 3 soli cicli: i paletti sono 6 rimpetto al penultimo ciclo di tramezzi e sono non molto grossi, coperti da granulazioni rade e grosse.

Questa specie ben distinta per avere 3 soli cicli di tramezzi e pelle costole depresse e grosse, se non fossero quest'ultimo carattere, la curvatura della base minore, la forma del calice più circolare, avrebbe molta analogia con certe varietà del *C. polymorphus* Seguenza.

Caryophyllia Tchihatcheffi sp. n.

Polipaio piccolo, conico, a forma di cono più o meno curvo, non molto attenuato alla base, con costole minutamente e fittamente granulate, uniformi, quasi carenate, divise da intervalli poco profondi, poco rilevate intorno al calice: quelle dei due primi cicli sono appena più rilevate delle altre. Il calice è quasi circolare; la fossetta è molto profonda. I tramezzi che sono 38 circa appartengono a 4 cicli, ma quelli del quarto ciclo mancano nella metà di 5 cicli; essi sono granulati, piuttosto distanti, e verso il margine si vanno ingrossando: quelli dei due primi cicli sono più grossi degli altri: quelli del quarto sono i più piccoli. La columella è formata da poche bacchette cilindriche; i paletti sono piuttosto piccoli e coperti di granuli.

La profondità della fossetta, la forma esterna delle costole, la disposizione e la forma sottile dei tramezzi diversificano questa specie dalla *C. pedunculata* Seg., cui potrebbe avvicinarsi.

Lophoelia Seguenzai sp. n.

Il primo aspetto di questa specie è di una *Diplohelia.*

Polipaio ramoso, gracile, coi polipariti quasi cilindrici che germogliano una o due volte in vicinanza del calice; la muraglia è piuttosto sottile ma compatta, regolarmente granulata all'esterno. I tramezzi sono sottili, pochissimo sporgenti: quelli che spettano al primo ciclo, ed un poco meno quelli del secondo, sporgono alquanto all'esterno e sono segnalati pure intorno al margine del calice per mezzo di costoline un poco angolose. I sistemi sono 6 poco regolari e disuguali, avendo per lo più tre tramezzi derivati. Il calice è circolare, lo fossetta molto profonda e strettissima.

È diversa dalla *L. Defrancei* Ed. et H. perchè più piccola, più gracile; i polipariti non si allargano tanto in vicinanza del calice; le costole esternamente sono meno rilevate e meno angolose; i calici sono piccoli.

Isis peloritana Seg.

Pecten inflexus Poli

P. duodecimlamellatus Bronn

P. Costae sp. n. L'interno è affatto liscio; l'esterno è ornato da sottilissime linee longitudinali impresse e da linee trasversali un poco curve a squama, piuttosto frequenti specialmente sui margini. I frammenti sono comuni, non così gl'individui interi. La conchiglia è piccola, ialina, trasparente, tenuissima.

P. Melogranii sp. n.

È sul tipo del *P. Angelonii* Mgh. (= *P. subspinulosus* Seg.), ma piccolo, sottile, trasparente; la superficie esterna è ornata da un certo numero di coste longitudinalmente striate, le quali alternano con due piccole costicine trasversalmente increspate, e con tante piccole linee longitudinali raggianti.

Ciclopecten peloritanus Seguenza sp. n. Parecchi frammenti di questa conchiglia esilissima trovata dal Seguenza soltanto a Rometta presso Messina. Essa è forinta di poche (8 o 10) e piuttosto grosse strie concentriche, a volte doppie, le quali occupando tutto lo spessore della tenue conchiglia si manifestano anche nella superficie interna. Esternamente vi sono anche delle sottilissime e fitte linee radiali impresse, continue.

**Nucula sulcata* Bronn

**N. trigona* Seguenza

**Neilo excisa* Phil.

**Leda messanensis* Seg.

Yoldia Philippii Bell.

Tindaria solida Seg.

Limopsis aurita Broc.

**L. minuta* Phil.

Lucina borealis L.

* *Verticordia acutecostata* Phil.

Syndosmia longicallis Scacchi

**Neaera Philippii* Seguenza

Cadulus diploconus Seguenza

**Dentalium aprinum* Gmelin (= *D. Delessertianum* Chen. Seg. ?)

**D. agile* Sars

**D. tetragonum* Broc.

Margarita marginulata Philippi

* *Seguenzia monocingulata* Seguenza, e *subvar. elegans* Seg.

**Natica helicina* Broc. (= *N. pseudopiglottina* Sism. ?).

* *Chenopus pespelicani* L. (= *C. Serresianus* Mich. Seg.).

Fusus lamellosus Borson

Nassa turbinellum Broc.

**N. spinulosa* Phil.

Marginella Pillae sp. n. Somiglia alla *M. Bellardiana* Semper ma è più larga superiormente; la spira è più bassa, ma ben distinta.

Terebratula vitrea Born.

Raphitoma hispidula Jan

R. Romanii Libassi

**Dorocidaris Münsteri* E. Sism. Anche in questa specie come nella *D. Avenionensis* Desm., i radioli sono talora allargati a corona presso la sommità.

Il Seguenza (1876, *Cenn. Vert.*; 1877 *Nuc terz.*, 1880 p. 247 e seg.) cita eziandio

Quinqueloculina asperula Seg.
Q. triangulus D'Orb.
Spiroloculina tenuis Cziz.
S. excavata D'Orb.
Biloculina circumclausa Costa
B. tubulosa Costa
B. bulloides d'Orb.
Planispirina carinata Seg.
P. communis Seg.
Cornuspira carinata Costa
Bigenerina agglutinans D'Orb.
Plecanium agglutinans D'Orb.
P. sagittula Def.
Clavulina irregularis Costa
C. communis D'Orb.
Lituola canariensis Bust.
Siphonina fimbriata Reuss
Planulina acriminensis D'Orb.
Anomalina coronata Rark et Jon.
Truncatulina badenensis D'Orb.
T. refulgens D'Orb.
T. lobatula D'Orb.
Globigerina gomitulus Seg.
G. rubra D'Orb.
G. Aradasii Seg.
G. triloba D'Orb.
G. regularis D'Orb.
G. helicina D'Orb.
G. bulloides D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Rotalia Soldanii D'Orb.
Pulvinulina Partschiana D'Orb.
Sphoeroidina austriaca D'Orb.
Bulimina ovata D'Orb.
B. imperatrix Karr.
Uvigerina asperula Cziz.
U. pygmaea D'Orb.
Robulina calcar. D'Orb.
R. vortex Fich. et Moll
R. similis D'Orb.
R. cultrata D'Orb.
R. inornata D'Orb.
Polystomella crispa Lck.
Pullenia compressa Seg.
P. bulloides D'Orb.
Dentalina D'Orbignyana Neug.
D. communis D'Orb.
D. inornata D'Orb.
D. subinflata Costa
D. substriata D'Orb.
D. pungens Reuss
Lingulina carinata D'Orb.
Glandulina discreta Reuss
Nodosaria antennula Costa
N. conica Sold.
N. raphanus L.
Fissurina regularis Seg.
F. communis Seg.
Lagena marginata Walk.
L. vulgaris Will.
L. apiculata Reuss
Lophoelia Defrancei Ed. et H.
Conotrochus typus Seg.
Flabellum laciniatum Phil.
Ceratocyathus acutecostatus Seg.
C. polymorphus Seg.
C. communis Seg.
C. ponderosus Seg.
Isis compressa Seg.
Ditrupa siphunculus Costa
Verruca romettensis Seg.
V. zanclea Seg.
Cytherella hispida Seg.
C. compressa Munst.
Xestoleberis spinulosa Seg.
Cytheridea lucida Seg.
Cythere radiatopora Seg.
Bairdia subdeltoidea Munst.
Pontocypris dactylus Egg.
Pecten difformis Seg.
P. Alessii Phil.
P. vitreus Chemn.
Nucula decipiens Phil.
N. nitida Sow.
N. umbonata Seg.
N. corbuloides Seg.

N. glabra Phil.
Leda pusio Phil.
Yoldia frigida Torell
Y. pellucida Phil.
Y. lucida Lovèn.
Y. confusa Seguenza
Neilo dilatata Phil. (¹)
Limopsis clathrata Seg.
Arca obliqua Phil.
A. aspera Phil.
Kelliella miliaris Phil.
Verticordia argentea Mar.
» *arenosa* Rayn.
Cleodora pyramidata L.
Cadulus ovulum Phil.
Odostomia unidentata Jeffr.
Eulimella Scillae Sc.
Natica Montacuti Forb.
N. intermedia Phil.
N. fusca De Blain.
Nassa limata Chemn.
N. italica Mayer
Drillia confusa Seg.
Surcula pygmaea Phil.
S. nodulifera Phil.
Dorocidaris asperrima Seg.
Oxyrhina Desorii Ag.

Vi sono pure frammenti di cirripedi.

Finalmente intorno alla marina di Caulonia e lungo l'Allaro per estesi tratti non ho raccolto se non qualche raro individuo della *Terebratulina granoso-radiata* Philippi, la quale sembra comune e quasi caratteristica di quegli strati marnosi bianchi depositati in mare molto profondo, ancor quando mancano altre specie di fossili. Non mancano però mai in que' luoghi le *Orbulinae* e le *Globigerinae.*

§ 2. *Dai Monti di Roccella al Capo Spartivento.*

Dopo brevissima interruzione nel colle miocenico superiore sul quale è situata la città di Roccella, il terreno pliocenico seguita ancora, formato da argille, sino alla Fiumara Laverde; con caratteri però più svariati, e con maggiori frastagliamenti prodotti dalla grande ampiezza che le fiumare hanno là dove esse sboccano sul litorale (²). Invero la fiumara Camocelli, il vallone Ceravolo, il Turbolo, il Novito, le fiumare di Gerace, di Portigliola, di Condojanni, la fiumara di Careri ed il Buonamico insieme riuniti, e la valle Vena, traversano il pliocene in tutta la sua lunghezza (fig. 4, 5, 11, 13), e lo dividono in tanti lembi che sebbene appartenenti ad una serie unica, sono però materialmente e per brevi tratti staccati gli uni dagli altri.

Staccati veramente dagli altri sono i lembi molto elevati che formano il piano Crasto e forse la sommità della Contrada Praga, e di altre contrade sopra Mammola. Questi lembi posano in strati orizzontali sopra gli schisti carboniosi; quello però del piano Crasto sopra Canolo nella parte meridionale è a contatto col calcare eocenico. La roccia è formata da un calcare a briozoi e ad *Amphisteginae*, e nel piano

(¹) Anche Burgerstein e Noë danno un elenco di fossili di Riace (1880 P. 18) ma con le specie plioceniche ne sono unite altre della panchina recente.

(²) Probabilmente da uno di questi lembi provengono le 36 specie che Seguenza indica « presso Gioiosa » cioè 4 Gasteropodi, 2 Solenoconchi, 13 Lamellibranchi, 1 Brachiopodo, 3 Cirripedi, 2 Echinidi, 4 Zoontarii, 7 Foraminiferi.

Crasto s'innalza fino ad 802 metri. Probabilmente nella regione circostante, a quelle altezze, si estende qualche altro piccolo lembo analogo.

Tornando al terreno che costeggia il mare, esso s'interna maggiormente dei lembi argillosi descritti antecedentemente a settentrione di Roccella, e le sue estensioni più grandi sono nei monti di Siderno, ed in quelli di S. Ilario, Ardore, e Bovalino. Gli strati sono pur sempre lievemente inclinati di contro ai monti e verso il mare. Tra il Borgo di Roccella e la fiumara Messina, fra il Buonamico e il Laverde posano sopra le argille galestrine del miocene medio. Sopra di queste stanno pure nella regione a nord-ovest di Siderno; anzi il calcare ad *Amphisteginae* ed a briozoi dei Trepetiti, che sebbene materialmente unito al restante della massa, pella natura litologica e per l'andamento della stratificazione potrebbe ritenersi disgiunto, sta a contatto eziandio cogli schisti carboniosi e colle arenarie oligoceniche di Agnana. Nel rimanente fra la fiumara Camocelli, il Turbolo, ed in parte la riva destra di questo, e fra Siderno e la fiumara di Careri, il substrato del pliocene è formato dalle arenarie marine del miocene superiore. Presso Salvi, S. Ilario, S. Nicola, e Benestare, v'hanno sottostanti i lembi indicati altrove del terreno gessifero miocenico. Fra i terreni che ricoprono il pliocene, è l'alluvione non antica la quale nasconde gli strati più bassi e più avanzati verso la pianura, fra un torrentello e l'altro, dal Turbolo alla fiumara di Portigliola e forse un pochino più a mezzogiorno. Sabbie e ghiaie minute, rossastre, verosimilmente postplioceniche, ricoprono il terreno fra il Turbolo e la fiumara di Portigliola o poco più al mezzogiorno, ma specialmente nel monte di Gerace sono talmente frastagliate, e connesse colle varie specie del suolo pliocenico sottostante, che riesce difficile sbrogliare ciò che appartiene ad un terreno e ciò che appartiene all'altro.

La natura del pliocene nel tratto ora descritto è tutt'altro che uniforme, ma vi si trovano insieme strati calcarei litorali, e le solite argille bianche o turchine con zone alternanti più o meno scure di mare profondo delle quali presso Gioiosa, Roccella, Gerace e altrove fanno laterizî. Il calcare concrezionato di Gerace, sottostante alle argille, si è già veduto altrove che piuttosto di riportarlo al pliocene come voleva il Seguenza, deve riferirsi al miocene superiore o Tortoniano. Le argille bianche, specialmente nel territorio di Bianconuovo e Biancovecchio, o più frequentemente cerulee, con aspetto identico a quello delle argille plioceniche dell'Apennino settentrionale e del così detto *mattaione* dell'Italia centrale, si estendono dappertutto con debolissima inclinazione verso il mare: nei due tratti estremi cioè fra Roccella e il Turbolo, e fra il Buonamico e la fiumara di Careri si estendono da sole, senza altra roccia più recente, in colline nude, bianche, alte al più 200 a 250 metri.

Nel tratto intermedio sono spesso coperte ed accompagnate da rocce plioceniche, più recenti: formano però sempre la porzione più profonda e più bassa dei colli sia nelle vallate sia verso il mare, dove appunto le si scoprono sotto le alluvioni antiche e sotto ai terreni postpliocenici. Nei colli di Siderno, Ardore, S. Ilario, e Portigliola, sono coperte da strati quasi orizzontali di sabbie gialle e di calcare ad *Amphisteginae*: presso Condojanni nei colli di S. Ilario, sembra faccia parte di questa formazione un calcare con coralli. Colà queste rocce giungono fino all'altezza di sopra 300 metri. Il colle isolato a picco, salvo verso il mare, sul quale è costruita

Gerace, nella stessa posizione di Caulonia e di tante altre cittaduzze lungo la costa jonica (fig. 13), è formato da calcare bianco non compatto ma facilmente friabile, adoperato per calcina, la cui massa è formata da Briozoi accompagnati da *Balani*, *Ostreae*, *Pecten*, *Terebratulae*, *Echini*, e *Foraminifere* fra le quali è la solita *Amphistegina*. Questo calcare fu già visitato e descritto dal Fuchs, dal Seguenza e dal Waters; esso riposa sopra strati di argille bianche sabbiose e marnose, attribuite dal Seguenza al Pliocene zancleano e da me ritenute mioceniche, cui succedono pochi metri di conglomerati e di arenarie pure appartenenti al miocene superiore, indi le argille galestrine.

Le suddette argille bianche seguitano lungo le pendici inferiori sotto Gerace, verso il mare, mentre il calcare a briozoi cessa poco sotto la città, e quelle rimangono coperte qua e colà da sabbie gialle piuttosto alte d'epoca più recente, le quali solo rara volta soggiacciono a sabbie postplioceniche e ad alluvioni recenti. Più in basso a quelle marne mioceniche si sovrappongono le argille bianche plioceniche di mare profondo. Ho ricordato nel secondo capitolo le controversie che hanno avuto luogo tra il Seguenza ed il Fuchs intorno all'età delle rocce che formano il colle di Gerace, e particolarmente delle rocce plioceniche. Fuchs riteneva che le marne bianche contenenti i fossili da lui raccolti in una valletta fra Gerace ed il mare, fossero la continuazione delle marne bianche le quali stanno immediatamente al di sotto del calcare a briozoi che forma la base della città (1872). Seguenza replicava che il calcare di Gerace contenente briozoi ed *Amphisteginae* deve esser messo insieme col solito calcare pliocenico ad *Amphistegina Hauerina* D'Orb., ch' esso appartiene perciò alla zona più recente del pliocene antico o Zancleano, mentre i fossili del Fuchs provengono da una zona di marne bianche appartenente alla parte inferiore del pliocene astiano, sovrastante stratigraficamente al calcare di Gerace, e da non confondersi perciò come aveva fatto il Fuchs colle marne di Gerace sottostanti al calcare suddetto. Soggiungeva che verso la spiaggia queste marne fossilifere più recenti si addossano qua e colà con discordanza al calcare (1874, Mem. I, Boll. Com. geol. p. 294). Fuchs tornava a dire che « gli strati pliocenici i quali s'inoltrano maggiormente verso il mare sono positivamente la continuazione diretta di quelli che formano la collina di Gerace, e la loro più profonda posizione, come l'apparente discordanza di giacitura, è solo la conseguenza d'un rovesciamento » (1875, Mem. II, Bull. C. geol. p. 48). La controversia si prolungava, e come suole accadere ognuno manteneva la propria opinione (Seguenza 1875, Mem. II. III. Boll. C. geol. p. 89, 356. 1876 Mem. IV. p. 237; Fuchs 1875, Mem. II. p. 237, 1876, Mem. IV. p. 149). Il Seguenza per sostenere quel che aveva detto sulla sovrapposizione delle marne bianche coi fossili citati dal Fuchs al calcare di Gerace adduceva una successione di strati nella contrada Tenda sulla sinistra del torrente di Siderno o Novito di faccia a Gerace; quivi notava « un' arenaria molto calcarifera con balani, pettini ed *Amphisteginae* rispondente al membro superiore sabbioso del monte di Gerace che si erge dirimpetto » sottostante alle marne grigio-biancastre con fossili in parte rispondenti alle specie che il Fuchs raccoglieva presso Gerace (Mem. II, p. 94). Non per farmi giudice tra i due geologi, ma per la necessità di dover giustificare la mia opinione dirò due parole. V'è un punto nel quale ritengo che anche

il Fuchs si troverebbe d'accordo col Seguenza, e questo sarebbe la contemporaneità de'fossili raccolti nelle marne a valle di Gerace con quelli che si raccolgono a valle di Siderno. Questa contemporaneità è ammessa dal Seguenza e risulterebbe non foss'altro dal paragone dei tre elenchi, di Gerace, di Gharino e di Janne presso Siderno che riporto qui sotto. Quanto alla posizione reciproca di queste marne e del calcare a briozoi, ripeterò che non vi è contemporaneità delle marne nelle quali il Fuchs raccolse i fossili colle marne che stanno sotto al calcare suddetto a Gerace, giacchè le prime appartengono veramente al Pliocene e contengono una fauna speciale con abbondanti molluschi, mentre le altre sono mioceniche e contengono solo Ostracodi e Foraminifere differenti. Nemmeno affermerei che vi fosse contiguità e continuazione materiale delle une colle altre marne, perchè vi sono terreni quaternarî o alluvionali che nascondono la superficie, e lungo la sponda destra del Novito vi è un'interruzione prodotta dalla denudazione che lascia scoperta la parte più antica del terreno miocenico: il Seguenza non cita poi nessun luogo sulla destra del Novito sotto Gerace nel quale si veda la sovrapposizione delle marne plioceniche controverse al calcare con briozoi, ed io confesso che per quanto andassi per quei luoghi con animo di risolvere la questione, senza preconcetti, non vidi traccia di tale fatto. Probabilmente il Fuchs nelle sue repliche al Seguenza affermò, soltanto per ispiegare l'opinione del Seguenza stesso, che « la più profonda posizione, come l'apparente discordanza di giacitura delle marne è solo la conseguenza di un rovesciamento ». Vi sono per là molte frane superficiali facilitate dalla natura degli strati e da profondi movimenti del suolo, le quali frane e falde sono con ragione notate anche dal Fuchs; ma non mi parve vedere gli strati così profondamente intaccati dalle medesime, come apparirebbe dalla figura pubblicata dal citato geologo; nè vidi in alcun luogo tracce di rovesciamenti. La « profonda posizione » delle marne fossilifere verso il mare in quel caso è dovuta unicamente alla pendenza degli strati i quali scendono verso il mare; se dalla parte di questo non continua il calcare, ciò accade perchè i suoi strati furono portati via dalla denudazione o perchè trattasi di strati litorali formati solo nei punti più alti e più vicini alla spiaggia. Perciò in questo come negli altri casi le marne fossilifere verso il mare, in parte sono più antiche dei calcari a briozoi e ad *Amphisteginae* ed in parte possono essere contemporanee. Il Seguenza cita un'arenaria con balani ed *Amphisteginae* che sta sotto le marne sulla sinistra del Novito nella contrada Tenda, e che egli ritiene corrispondente al calcare di Gerace. Mi si farebbe un gran torto se mettessi in dubbio quest'asserzione: dirò per altro che in quei luoghi medesimi sotto le marne trovai anch'io arenarie calcarifere ed altre rocce attribuibili però al miocene superiore o Tortoniano: ora espongo il dubbio se non potrebbe essere di quest'epoca anche la roccia veduta dal Seguenza. Del resto non intendo trattare ora in generale la questione de'rapporti fra le marne ed i calcari ad *Amphistegina*, chè di ciò m'occuperò più tardi.

Lo stesso calcare a briozoi e ad *Amphisteginae* di Gerace [1] forma degli strati al solito orizzontali, ai Trepetiti a nord-ovest di Siderno, sopra gli schisti carboniosi

[1] Nei dintorni di Gerace e nelle colline sopra Canolo, in questa zona del pliocene il Seguenza (*Stud. pal*, 1875-76) indica *Balanus tulipiformis* Ellis, *B. concavus* Br., *Pecten latissimus* Br., *P. flabelliformis* Br., *P. scabrellus* Lck.

ed i galestri, fino all'altezza di 594 metri. Dalla parte del mare ivi sotto giungono fino a circa 350 metri le argille turchine leggermente pendenti a sud verso il mare.

Nel calcare a briozoi di Gerace ho ad indicare poche specie trovate da me o da altri, e sono le seguenti:

Amphistegina Hauerina D'Orb.
Cellaria sinuosa Hassall
Myriozoon truncatum Pallas (Waters 1877)
Cellepora coronopus S. W. (W.)
C. retusa Manz.
Eschara pertusa M. Ed. (Wat. 1878)
E. cervicornis Lck.
Retepora cellulosa L.
Hornera frondiculata Lamour (W.)
Alecto repens Manz. (W.)
Conotrochus typus Seg. (W.)
Isis melitensis Goldf. (W.)
Pecten latissimus Broc. (Pilla 1846)
P. scabrellus Lck.
Terebratulina caput serpentis L.
Argiope decollata Chemn.
Cidaris tessurata Mgh.
Ditrupa incurva Ren.
Balanus concavus Bronn
B. spongicola Bronn [1]

Nelle marne bianche o cerulee di tutta la regione che ho ultimamente ricordato i fossili, sebbene non agglomerati in quantità, sono frequenti. Vi sono comuni nuclei e corpi cilindrici di limonite pseudomorfi della pirite lunghi 20-60 mill., e grossi 2-8 millimetri, che rispondono per lo più a radioli di echino e ad altri corpi organici intorno ai quali si formò l'involucro di solfuro di ferro. Il Fuchs ed il Rath (1873, p. 201) notarono simili corpi nelle marne bianche fra Siderno ed Agnana, senza potersi fare però una chiara idea della loro origine.

Nelle marne dei dintorni di Gerace, e per alcune specie precisamente nella contrada Cantagallino, il Silvestri (1872) indica le seguenti *Nodosariae* che io non so però se derivino dal Pliocene o dal Miocene.

Nodosaria longicauda D'Orb.
N. hispida D'Orb.
N. longiscata D'Orb.

Il Seguenza (1873-77, e 1880) cita sulla destra del Novito, sotto Gerace, verso il mare, riassumendo pure le indicazioni date già prima dal Fuchs (1872), le seguenti specie:

Biloculina bulloides
Cornuspira foliacea Phil.
Truncatulina lobatula D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Nonionina Soldanii Seg.
Enallopsammia Scillae Seg.
Dendrophyllia cornigera Lck.
Diplohelia Meneghiniana Seg.
D. Sismondiana Seg.
D. Doderleiniana Seg.
Lophoelia Defrancei Ed. et H.
Conotrochus typus Seg.
Ceratocyathus communis Seg.
Caryophillia clavus Scacc.
Terebratula minor Phil.
Anomia ephippium L.
Ostrea cochlear Poli

[1] Il Seguenza (1880, p. 184 e seg.) cita 160 Foraminiferi, 2 Echinidi, 16 Briozoi, 1 Anellide, 2 Cirripedi, 14 Ostracodi. 3 Brachiopodi, 4 Lamellibranchi promiscuamente nel calcare a Briozoi di Gerace, e nelle marne che secondo me appartengono al miocene. Probabilmente gli ostracodi appartengono solo alle marne mioceniche, i Foraminiferi parte o forse tutti alle marne, il resto al calcare.

Pleuronectia duodecimlamellata Bronn
Pecten Bruei Payr.
P. vitreus Ch.
P. flexuosus Poli
P. pes felis L.
P. opercularis L.
P. pusio L.
Neilo dilatatus Phil.
N. excisus Phil.
Yoldia confusa Seg.
Leda acuminata Jeffreys
L. pusio Phil. (1877 *Nuc. terz.*)
L. trigona Seg.
L. cuspidata Phil.
Nucula glabra Phil.
N. tenuis Mtg.
N. sulcata Bronn
Limopsis aurita Broc.
L. minuta Phil.
Arca aspera Phil.
A. obliqua Phil.
Lucina spinifera Mtg.
Woodia digitaria L.
Verticordia arenosa Rayn.
V. acutecostata Phil.
Poromya granulata Nyst. e West.
Syndosmia longicallis Scacc.
Dentalium tetragonum Broc.
D. agile Sars
D. laevigatum Phil.
D. Philippii Mtrs.
D. elephantinum L.
Zizyphinus Maurolici Seguenza
Z. bullatus Phil.
Z. granulatus Bors.
Turbo peloritanus Cantraine
Eulimella Scillae Lck.
Natica fusca De Bl.
Cancellaria lyrata Broc.
Chenopus serresianus Mich.
C. pespelicani L.
Triton nodiferum Lck.
Murex multilamellosus Phil.
Fusus pulchellus Phil.
Cassidaria echinophora L.
Nassa spinulosa Phil.
N. limata Ch.
N. prysmatica Broc.
N. semistriata Broc.
N. italica May.
Columbella costulata Cant.
Mangelia Vauquelini Payr.
Aphanitoma Imperati Phil.
Drillia nodulifera Phil.
D. modiola Jan
D. Loprestiana Calcara
D. confusa Seg.
Neaera Philippii Seg.
Saxicava rugosa L.
Cadulus ovulum Phil. et var. *gibba* Seg.
Erato laevis Don.
Cylichna cylindracea Penn.
Balanus tulipiformis Ellis
Dorocidaris asperrima Seg. [1].

Nella contrada Gharino presso Siderno, lungo la vallecola che scende a sud del paese, verso il piano, raccolsi le specie seguenti:

Ceratocyathus Mantovanii sp. n.

Polipaio allungato, conico, solido, alquanto compresso, inferiormente molto attenuato ed acuto, assai ricurvo piegandosi a sinistra dell'osservatore con curvatura intermedia fra il piano dell'asse maggiore e quello dell'asse minore del calice. La muraglia è tutta coperta da granelli irregolari e fornita pure di rughe e di depressioni trasversali: le costole del primo e del secondo ciclo sono marcate, angolose, molto salienti ed appuntate, quasi a modo di creste, intorno al calice; le altre pure sono esternamente

[1] Waters (1877) cita anche nello stesso luogo e nei dintorni alcuni altri fossili.

marcate, ma depresse, alquanto convesse e distinte da sottilissime strie: tutte queste coste sono poi più marcate e più elevate nella parte convessa e meno nella parte concava del polipaio. Il calice è ellittico, cogli assi che stanno presso a poco nel rapporto di 100 a 120; vi sono 4 cicli completi di tramezzi con porzione d'un 5° ciclo, il quale cioè si trova completo in un solo sistema, si trova per un quarto in un secondo sistema, e manca negli altri. I tramezzi sono larghi, sottili, ingrossati in vicinanza della muraglia, coperti da piccole granulazioni: quelli dei due primi cicli sono poco più grandi degli altri. I paletti sono circa 17, corrispondenti ai tramezzi del penultimo ciclo: sono larghi, alquanto ondulati, e coperti da minute granulazioni.

Questa specie avrebbe solo qualche analogia col *C. communis* Seg: ma ne differisce per le coste settiformi, pel numero e pella disposizione dei tramezzi, dei paletti, ecc.

Isis peloritana Seg.
Pecten Hoskynsii Forbes
Nucula sulcata Bronn
N. trigona Seg.
Leda excisa Phil.
L. acuminata Jeffreys
Yoldia Philippii Bell.
Limopsis aurita Broc.
Lucina borealis L.
Verticordia acutecostata Phil.
Syndosmia longicallis Scacchi
Cadulus diploconus Seg.
Dentalium tetragonum Brocchi
D. agile Sars
Trochus suturalis Phil.
Margarita marginulata Phil.
M. Ottoi Phil. *typus*
Alvania cimicoides Forbes var. *sculpta* Phil.
Natica helicina Broc.
Chenopus pespelicani L.
Murex varicosissimus Bonelli
M. vaginatus Jan
Fusus lamellosus Borson
Nassa italica Mayer
N. turbinellum Brocchi
Columbella costulata Cant.
Drillia modiola Jan

A Janne pure presso Siderno si raccolgono allo stesso livello de' fossili antecedenti [1].

Pecten Hoskynsii Forbes
P. inflexus Poli
Leda excisa Phil.
Yoldia Philippii Bell.
Limopsis aurita Broc.
Arca aspera Phil.

Astarte crispata Cantraine (*Diagnoses ou descriptions succinctes* etc. Bulletin de l'Ac. r. des sciences de Bruxelles, p. II, 1836, p. 399). L'autore cita questa specie a Montaperto nel Senese, dove non l'ho mai trovata, come non l'ho mai vista in alcuna delle collezioni di fossili senesi, anzi toscani. Potrebbe darsi che egli l'avesse raccolta invece nei terreni pliocenici messinesi identici a questi del Reggiano? La forma di Janne risponde interamente alla descrizione.

[1] Nei dintorni di Siderno, senza precisare la contrada, il Seguenza cita (1880, p. 247) tra i fossili da lui attribuiti all'Astiano 101 specie, vale a dire 1 dente di *Delphinus*, 1 Pesce, 22 Gasteropodi, 9 Solenoconchi, 29 Lamellibranchi, 9 Brachiopodi, 2 Cirripedi, 1 Anellide, 4 Echinodermi, 10 Antozoari, 13 Foraminiferi.

Syndosmia longicallis Scacchi
Natica helicina Brocchi
Chenopus pespelicani L.
Murex vaginatus Jan
Nassa turbinellum Brocchi

Ad Ardore il Seguenza (1877, *Nuc. terz.*) ricorda:

Quinqueloculina asperula Seg.
Q. triangularis D'Orb.
Biloculina amphiconica Reuss
B. circumclausa Costa
B. tubulosa Costa
Planispirina carinata Seg.
Plecanium irregulare Seg.
P. sagittula Def.
P. gibbosum D'Orb.
P. abbreviatum D'Orb.
Clavulina cylindrica Hantk.
C. irregularis Costa
C. communis D'Orb.
Bolivina punctata D'Orb.
Planulina ariminensis D'Orb.
Truncatulina lobatula D'Orb.
Discorbina perforata Seg.
D. globularis D'Orb.
Globigerina triloba Reuss
G. bulloides D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Pulvinulina Micheliniana D'Orb.
Sphoeroidina bulloides D'Orb.
Bulimina prunella Costa
B. ovata D'Orb.
Uvigerina pygmaea D'Orb.
Polymorphina oblonga Will.
P. compressa D'Orb.
Robulina calcar. D'Orb.
R. vortex Ficht. et Moll
Polystomella crispa Lck.
Nonionina umbilicata Mtg.
Dentalina ovularis Costa
Glandulina laevigata D'Orb.
Nodosaria glabra D'Orb.
Fissurina Lyellii Seg.
F. regularis Seg.
F. Costae Seg.
F. rugosa Seg.
F. foliacea Seg.
Lagena marginata Walk.
L. lucida Will.
L. striatula Seg.
L. vulgaris Will.
Balanophyllia irregularis Seg.
Conotrochus typus Seg.
Flabellum messanense Seg.
Ecmesus fungiaeformis Phil.
Trochocyathus tetracyclus Seg.
Ceratocyathus polymorphus Seg.
Bairdia subdeltoidea Munst.
Terebratula vitrea Born.
Pecten duodecimlamellatus Bronn
P. vitreus Chemn.
Nucula sulcata Bronn
Leda trigona Seg.
L. gibba Seg.
L. acuminata Jeffreys
L. seminulum Seg.
L. pustulosa Jeffreys
L. pusio Phil.
Yoldia frigida Torell
Y. pellucida Phil.
Y. confusa Seg.
Y. abyssicola Seg.
Y. meridionalis Seg.
Neilo dilatatus Phil.
N. excisus Phil.
Tindaria solida Seg.
Limopsis minuta Phil.
Arca aspera Phil.
Lucina borealis L.
L. Bronnii May.
L. spinifera Mtg.
Cadulus salicensis Seg.
C. ovulum Phil.

C. cyathus De Crist. et Jan	*Seguentia monocingulata* Seg.
Siphonodentalium triquetrum Broc.	*Turbo peloritanus* Cant.
S. tetragonum Broc.	*Chenopus pes-pelicani* L.
Dentalium agile Sars	*Ranella gigantea* Lck.
D. Passerinianum Cocc.	*Nassa italica* May.
D. elephantinum L.	*Dorocidaris papillata* Leske
D. Delessertianum Chenu	*D. asperrima* Seg.

Il Seguenza, indica pure dei fossili nelle argille biancastre a Bovalino ed a Bianco nuovo, nel quale ultimo luogo qualche specie era stata già ricordata dal Philippi. Egli ricorda a Bovalino 87 specie, vale a dire 22 Gasteropodi, 9 Solenoconchi, 1 Pteropodo, 23 Lamellibranchi, 1 Brachiopodo, 1 Ostracode, 1 Echinoderma, 5 Zoontarii, 24 Foraminiferi. A Bianco nuovo sono da lui indicati (1880, p. 247 e seg.), 11 Gasteropodi, 6 Solenoconchi, 2 Pteropodi, 21 Lamellibranchi, 1 Echinoderma, 1 Zoantario, 2 Foraminiferi. Questi elenchi e gli altri che non riporto rispondono completamente a quelli di Monasterace, Riace, Siderno, Gerace, Vito.

§ 3. *Dal Capo Spartivento ai monti di Reggio ed alla valle Lamato.*

Più a mezzogiorno del territorio di Bianco le argille non raggiungono un'estensione sì ragguardevole come nelle regioni finora indicate. Dopo un' interruzione piuttosto lunga ne ricomparisce un lembo costeggiante la spiaggia dalla quale non si allontana molto, intorno al Capo Spartivento, e continua fin quasi alla punta di Palizzi. Esso è formato da una marna ricchissima di calcare, costituita quasi per l'intero da *Orbulina universa* D'Orb., *Globigerina bulloides* D' Orb., *Pulvinulina* sp., con rare spicule di spugna: gli strati sono al solito quasi orizzontali salvo intorno a Palizzi dove pendono visibilmente a sud-est. Questi posano per lo più sugli schisti carboniosi antichi, ma intorno al Capo Spartivento ed alla Punta di Palizzi vi sottostà, con stratificazione evidentemente discordante, qualche piccolo lembo di argille galestrine e di arenaria del piano miocenico superiore. Intorno Galati tre o quattro piccoli tratti della medesima argilla, contigui alla zona principale, stanno isolati sugli schisti carboniosi. Qualche piccolissimo strato di sabbie postplioceniche copre il pliocene a settentrione della Torre Galati e nel Serro di Mandi. Nelle marne di Malmusa al Capo Palizzi il Costa (1866) raccoglieva gran numero di foraminifere che egli diceva simili a quelle degli Scoppi nel Messinese: ignoro però se le marne sian plioceniche o tortoniane. Un lembo piccolissimo di argilla bianca sta sopra gli schisti carboniosi presso la stazione di Palizzi.

Finalmente tre lembi pur piccolissimi, nella Contrada Calannà, sulla sinistra del vallone di Vrica, e nel monte Pappagallo, ed uno poco più grande a destra del vallone di Vrica, stanno fra la stazione di Bova ed il fiume d'Ammendolea, posati tutti sulle arenarie del miocene superiore, salvo il primo che sta sulle argille galestrine.

Sulla sinistra del fiume Ammendolea finiscono del tutto le argille bianche plioceniche; argille turchine pure non se ne trovano più, se non, come vedremo, presso Reggio sotto strati più litorali.

Nel monte Cordèna, a ponente di Bagaladi, sopra il calcare a briozoi del miocene superiore che fu già descritto, a circa 900 metri si trova il calcare ad *Amphistegina Hauerina* D'Orb.

Forse alla stessa epoca, e ad altezza non minore, appartengono le sabbie le quali occupano i piani elevati al di sopra di Motta, che il Seguenza sembra attribuire tutte al pliocene recente o postpliocene.

Una estensione relativamente grande, dopo altra interruzione non meno ragguardevole, la raggiungono le sabbie silicee bianche o gialliccie contenenti a volte ghiaiette di schisti cristallini, sciolte o cementate, ed i calcari ad *Amphistegina*, nel versante verso lo Stretto, a ponente di Reggio. Esse si estendono in strati per lo più orizzontali, o poco inclinati, in specie nelle porzioni superiori, dai poggi di Nasiti e dalla C.ª Colombo fino ai monti di Calanna e di Villa S. Giuseppe e sopra Scilla, posando sopra le arenarie del miocene superiore, ovvero sopra gli schisti cristallini e gli *gneiss* che le circondano da ogni parte, e che s'incontrano nelle valli profonde fino all'altezza di 400 metri e più. Le ricoprono l'alluvione antica la quale riempie tutti gli altipiani della regione, e verso la spiaggia anche le sabbie postplioceniche. Qui, come altrove, stanno sempre discordanti sopra le rocce più antiche.

In pochi luoghi, cioè presso gli Archi ed a Vito al di sotto delle anzidette sabbie piuttosto litorali, rimasero tracce delle argille bianche o turchine simili a quelle che si videro così estese nella regione ionica.

Ecco, in parte secondo le osservazioni del Mantovani e del Seguenza la disposizione degli strati intorno a Reggio a cominciare da Sud, andando verso Nord. Dalla Fiumara di Vallanidi a quella di Armo, particolarmente lungo il torrente di Boveto la parte più bassa delle colline è formata per lo più da sabbie calcaree a Brachiopodi, Cirripedi ed *Amphisteginae* che costituiscono uno dei più bassi fra i lembi pliocenici litorali di quella regione, e sono coperte da argille a Brachiopodi azzurrognole, plioceniche.

Il Seguenza ha indicato a Vallanidi nelle suddette sabbie queste specie che egli attribuisce allo zancleano (1880, p. 134).

Globigerina bulloides D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Amphistegina Hauerina D'Orb.
Cidaris tessurata Mgh.
C. Münsteri E. Sism.
Balanus stellaris Broc.
B. concavus Bronn
B. spongicola Bronn
B. tulipiformis Ell.
Megerlia eusticta Phil.
Terebratulina sinuosa Seg.
Terebratula Philippii Seg.
T. calabra Seg.
Ostrea cochlear Poli
Hinnites laeviusculus Phil.
H. Ercolanianus Cocc.
Pecten Jacobaeus L.
Scalaria rhegiensis Seg.

Sopra i calcari e le sabbie ad *Amphisteginae* dell'alto piano di Gallina, a S. O. di questo paese trovansi dette sabbie fornite di una doviziosissima fauna la quale viene dal Seguenza attribuita all'Astiano, e della cui posizione cronologica per me alquanto incerta ragionerò nel Capitolo seguente.

A Nord della fiumara di S. Agata, fra questa ed il Calopinace, trovasi qualche altro simile lembo di sabbie calcaree con *Pecten* presso S. Sperato (Mantovani, *Not. geol. e min.* 1881, p. 22). Ma l'estensione maggiore in quei luoghi viene raggiunta dal Pliocene nei dintorni di Terreti e Nasiti sopra Reggio.

Tra la fiumara d'Armo e quella di S. Agata, cioè nell'alto piano di Gallina si

ripetono presso a poco le medesime circostanze. Sopra i terreni miocenici si estende molto il calcare ad *Amphistegina*. Nel medesimo presso S. Agata sono ricordati dal Seguenza (1880, loc. cit.) questi fossili:

Modiola adriatica Lck.
Pecten multistriatus Poli
P. varius L.
P. substriatus D'Orb.
P. opercularis L.
P. scabrellus Lck.
P. pes-pelis L.
P. inflexus Poli
P. similis Lask.
P. flabelliformis Broc.
P. Rhegiensis Seg.
P. Jacobaeus L.
Plicatula mytilina Phil.
Ostrea cochlear Poli
O. tenuiplicata Seg.
Anomia ephippium L.
A. aculeata Mtg.
A. striata Broc.
Terebratula calabra Seg.
T. Philippii Seg.
Terebratulina sinuosa Seg.
T. caput-serpentis L.
Megerlia eusticta Phil.
M. truncata L.
Argiope decollata Chemn.
Bairdia subdeltoidea Müll.
Cythere cicatricosa Reuss
Loxoconcha impressa Baird
Balanus tulipiformis Ell.
B. spongicola Bronn
B. concavus Bronn
B. stellaris Broc.
B. mylensis Seg.
Ditrupa incurva Ren.
Vermilia calyptrata Grube
Pomatoceros tryquetroides D. Chiaie
Salicornaria farciminoides Johns.
Scrupocellaria elliptica Reuss
Eschara cervicornis Lck.
Hornera serrata Reuss
Filisparsa lata Seg.
Entalophora anomala Reuss
Pustulopora rugulosa Manz.
Frondipora reticulata Blainv.
Echinocyamus Costae Seg.
Conocrinus Seguenzai Mgh.
Dentalina cornicula D'Orb.
Polystomella crispa D'Orb.
Amphistegina Hauerina D'Orb.
Cristellaria cassis Lck.
Robulina rotulata Lck.
R. cultrata D'Orb.
R. echinata D'Orb.
Polymorphina communis D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
G. helicina D'Orb.
G. regularis D'Orb.
G. triloba Reuss
Discorbina globularis D'Orb.
Truncatulina spirata Seg.
T. Dutemplei D'Orb.
T. lobatula D'Orb.
T. refulgens Montf.
Plecanium agglutinans D'Orb.
P. sagittula D'Orb.

Nelle sabbie del Rio Vallanidi, del quale luogo diedero uno spaccato il Pilla (1846) ed il Seguenza (1873, *Stud. pal.*), a quanto dicesi, furono trovati molti anni sono gli unici resti di grosso pachiderma noti nel pliocene calabrese, attribuiti a mastodonte o ad elefante, che sono posseduti oggi, mi dissero, dal sig. Cama a Cundaro presso Reggio.

La roccia prevalente è la sabbia sciolta ricca di Brachiopodi, Cirripedi, Briozoi, *Pecten*, ma poverissima di gasteropodi. A Nasiti si possono raccogliere fra le altre specie le seguenti, analoghe a quelle degli Archi.

Patella coerulea Lck.
Lima inflata Chemn.
Pecten opercularis L.
P. scabrellus Lck.
P. multistriatus Poli
P. varius L.
P. flexuosus Poli
P. latissimus Broc.
P. Jacobaeus L.
P. flabelliformis Broc.
P. Testae Bivona
Plicatula mytilina Phil.
Spondylus crassicosta Lck.
Ostrea lamellosa Br.
Anomia ephippium L.
Terebratula calabra Seg. (*Stud. Brach.* 1871-73, p. 139, tav. V, f. 1, 2, 3, 4 = *T. grandis* var. *elongata* Phil.).
T. Philippii Seg. (*Stud. Brach.* 1871-73, p. 130, 131, tav. IV, f. 6-11 = *T. grandis* var. *complanata* Phil.).
Terebratella septata Phil.
Megerlia eusticta Phil.
Argiope decollatà Chemn
Rhynconella bipartita Broc.

A Terreti pure sono moltissimi Brachiopodi, Acefali, Cirripedi e Foraminifere di cui già fece abbondante raccolta il Costa (1866): negli strati superiori predomina il *Pecten flabelliformis* Broc., con altri *Pecten*, Acefali e Brachiopodi.

Questi strati di Terreti e Nasiti furono descritti da prima dal Philippi (1844), indi dal Seguenza e recentemente dal Mantovani (1878, p. 17, f. 4).

Disgraziatamente ho perduto una cassettina la quale conteneva una numerosa e bella serie di fossili di Terreti, di Nasiti, del monte Ghoni, della contrada Dominica, di Trizzino e degli Archi, che sono i luoghi più importanti delle Calabrie per lo studio del pliocene litorale: insieme ho perduto alcuni fossili pliocenici di Riace, quaternarî di Gallina e delle Carrubare, e miocenici di Capo delle Armi. Per conseguenza ho dovuto limitarmi ad accennare le specie meglio note a me di cui avevo preso appunto, e quelle poche che avevo riposte altrove.

Il Seguenza indica insieme a Terreti e Nasiti, colla denominazione di Reggio (1880, p. 184 e seg.) [1] 271 specie, vale a dire 3 Gasteropodi, 46 Lamellibranchi (per lo più *Ostrea* e *Pecten*), 6 Brachiopodi, 5 Ostracodi, 11 Cirripedi, 9 Anellidi, 144 Briozoi, 11 Echinidi, 36 Foraminiferi. Egli dice di aver trovato nelle sabbie di Terreti resti d'una Balenottera.

La roccia più recente di tutte, come si può vedere chiaramente in que' luoghi, è il calcare in massima parte costituito da *Amphistegina Hauerina* D'Orb. ricco pure di varie altre foraminifere, di Balani, e di Molluschi. Questo di fatti co' suoi strati orizzontali o leggermente pendenti a nord-ovest verso il mare, occupa a livelli quasi uguali le sommità di quei poggi pliocenici, ed in qualche luogo, per es. fra Trizzino e Terreti riposa anche direttamente sugli schisti cristallini (fig. 16, 17). La contrada Colombo fino ad un poco più di 700 metri, la c. Dominica, il M. Ghoni (749 m.), il M. Chiarello (746 m.) (fig. 6), il M. Roereto fino a circa 780 m., ed

[1] Il Seguenza (*Stud.* cit. 1873) pubblica dei tagli che presentano la serie delle rocce a Vito superiore e a Botte presso Reggio. — Stando ad un piccolo elenco di fossili citati dal Mantovani (1878, pag. 14) dovrebbero unirsi agli strati sabbiosi pliocenici anche quelli immediatamente sovrastanti al pliocene dell'altipiano di Gallina, distinti dal citato autore con la lettera *A*.

altre cime minori, quasi tutte presso a poco ad una eguale altezza, finiscono in spianate lunghe anco un chilometro, corrispondenti alla superficie degli strati ad *Amphistegina*, coperte non di rado da tenue mantello di alluvione rossa antica. Questi strati calcarei si distinguono bene per le ripide pareti colle quali strapiombano sulle pendici più declivi formate dalle sabbie assai meno coerenti le quali sono a volte ghiaiose, e cementate da calcare, e sempre ricche di *Pecten* e di fossili uguali a quelli citati a Nasiti e altrove. I calcari ad *Amphistegina* possono essere alti fin 100 metri, e la loro rispondenza da un monte all'altro ci fa palese la superficie che costituiva presso il litorale il fondo del mare pliocenico più recente, poco prima che il sollevamento la facesse emergere.

Talora le sabbie stanno leggermente pendenti e con piccola trasgressione sotto ai calcari ad *Amphistegina*. Delle frane superficiali produssero qua e là nella massa del terreno pliocenico alcune falde per le quali certi piccoli lembi rimangono abbassati verso il fondo delle valli.

Ho già detto che agli Archi ed a Vito sotto le sabbie ed i calcari più litorali stanno delle argille turchine di mare profondo.

Presso gli Archi, lo strato più profondo di tutta la serie, nascosto da frane, apparisce per brevi tratti e per l'altezza di pochi metri; ed è formato da argille chiare, non ricordate dal Mantovani nè dal Seguenza, nelle quali non è rara la *Leda excisa* Phil. [1].

Sovrastano delle sabbie e dei conglomerati con massi, grandi anche qualche metro, di *gneiss* granitoide simile a quello che forma i monti circostanti. Per lo più aderenti ai massi del *gneiss* stanno i seguenti coralli, di cui si può fare in breve ora ricchissima raccolta.

Isis melitensis Goldfuss
I. peloritana Seg.
I. compressa Seg.
Conotrochus typus Seg.
Lophoelia Defrancei Ed. et H.
Diploelia reflexa Mich.
Enallopsammia Scillae Seg.
Coenopsammia Scillae Seg.

Vi si aggiungono:

Amphistegina Hauerina D'Orb.
Ditrupa incurva Ren.
Verruca stromia Müll.
Pachylasma giganteum Seg.
Balanus concarus Bronn.
B. tulipiformis Ell.
B. spongicola Bronn
B. stellaris Broc., ed altri *Balanus*,
Crania anomala Mül.
Argiope decollata Chemn.
Terebratula calabra Seg.
T. Philippii Seg.
Anomia ephippium L.
Ostrea lamellosa Broc., con grosse valve spesso forate dalle *Gastrochenae*.

[1] O. G. Costa (1850-56) nell'argilla figulina o marna dei dintorni di Reggio indica: *Dentalina strigosa* C., *D. Badenensis* Orb., *D. distorta* C., *Lingulina carinata* C., *Pavonina italica* C., *Marginulina contracta* C., *Robulina elegantissima* C., *R. cultrata* D'Orb., *R. inornata* D'Orb., *R. cancellata* C.. *Rotalina Micheliniana* D'Orb., *Anomalina polymorpha* C., *Clavulina irregularis* C., *Bolivina antiqua* D'Orb., *Biloculina bulloides* D'Orb., *B. circumclausa* C., *B. aequivoca* C., *B. compressa* C., *Spiroloculina explanata* C., *Triloculina bipartita* D'Orb. Queste foraminifere però possono provenire dal Miocene.

O. cochlear Poli
Hinnites crispus Broc., ed altri *Hinnites* aderenti ai massi.
Spondylus crassicosta Lck.
Plicatula mytilina Phil.
Pecten latissimus Broc.
P. varius L.
P. multistriatus Poli
P. scabrellus Lck.
P. pes-pelis L.
P. similis Lask.
P. fenestratus Forbes
P. Jacobaeus L.
P. flabelliformis Broc.; ed altri *Pecten*,
Lima squamosa Lck.
Limea ovata Wood
Modiola adriatica Lck.
Gastrochaena dubia Penn.
Clypeaster pliocenicus Seg. che sta abbondante in mezzo a quei tritumi.

Briozoi di innumerevoli specie che oltre al rivestire le ghiaie ed i massi cristallini ricoprono le valve sciolte delle conchiglie ([1]).

Tutto dà l'idea tuttora di una spiaggia scogliosa a picco, battuta incessantemente dalle ondate di un mare aperto. Gli strati hanno soltanto una leggera pendenza verso il mare, forse fin dalla loro prima deposizione.

Negli strati più alti sopra gli Archi alla Vigna di mare e Testa del Prato il Seguenza (1880, p. 184 e seg.) indica una lunga serie di 233 specie, cioè 1 Pesce, 2 Gasteropodi, 35 Lamellibranchi, 5 Brachiopodi, 2 Ostracodi, 10 Cirripedi, 11 Anellidi, 137 Briozoi, 10 Echinidi, 20 Foraminiferi.

A Vito, secondo le osservazioni del Mantovani (1878, p. 6, fig. 1, 2) si ripete la medesima successione di strati degli Archi. Inferiormente sono marne azzurre sabbiose di mare profondo: superiormente sabbie grossolane con massi granitici alcuno dei quali lungo circa sei metri, largo circa quattro ed alto in media due, coperti da *Balani*, *Coralli*, *Briozoi*, *Ostreae* ed altri molluschi come agli Archi ([2]). Dopo lo sfacelo delle sabbie, i massi, più pesanti, rimangono sul terreno per un tempo più o meno lungo.

Nelle argille azzurre inferiori di Vito, il Seguenza accenna i sottoindicati fossili.

Quinqueloculina asperula Seg.
Q. triangularis D'Orb.
Spiroloculina canaliculata D'Orb.
Biloculina depressa D'Orb.
B. circumclausa Costa
B. bulloides D'Orb.
Cornuspira carinata Costa
C. foliacea Phil.
Plecanium gibbosum D'Orb.
P. agglutinans D'Orb.
P. sagittula Def.
P. Partschii Cziz.
P. pala Cziz.
Clavulina irregularis Costa

([1]) I Coralli, il *Clypeaster*, le numerose bivalvi, i Cirripedi e i Briozoi si trovano tutti insieme ne' medesimi strati, talchè non intendo come il Seguenza citi il *Clypeaster*, le bivalvi, i Cirripedi, i Briozoi di Testa del Prato nel catalogo risguardante il Piano Zancleano, ed i Coralli, colla indicazione generale dei dintorni di Reggio, nel Piano Astiano.

([2]) Il ricordato Mantovani indica: *Balanus tulipiformis* Ellis, *B. pustularis* Lck., *Ostrea cochlear* Poli, *O. lamellosa* Br., *Pecten scabrellus* Lck. (*P. dubius* L. Mant.), *P. opercularis* L., *P. latissimus* Broc., *P. flabelliformis* Broc., *Hinnites crispus* Broc., *Anomia striata* Broc., *Scalaria retusa* Broc., *Terebratula calabra* Seg., *Megerlia eusticta* Phil., *Rhynconella bipartita* Broc., *Clypeaster pliocenicus* Seg.

Bolivina punctata D'Orb.
Planulina ariminensis D'Orb.
Anomalina coronata Park. et Jon
Truncatulina peraffinis Costa
T. ungeriana D'Orb.
T. helicina Costa
T. affinis Cziz.
T. tuberosa Ficht. et Moll.
T. lobatula D'Orb.
Globigerina ovoidea Seg.
G. gomitulus Seg.
G. rubra D'Orb.
G. Aradasii Seg.
Orbulina universa D'Orb.
Rotalia Soldanii D'Orb.
Pulvinulina Partschiana D'Orb.
Sphoeroidina austriaca D'Orb.
Virgulina longissima Costa
Bulimina tenera Reuss
B. pyrula D'Orb.
B. ovata D'Orb.
Pleurostomella obtusa Seg.
Uvigerina pygmaea D'Orb.
Polymorphina oblonga Will.
Robulina festonata Costa
R. cultrata D'Orb.
Pullenia compressa Seg.
Lingulina carinata D'Orb.
Glandulina discreta Reuss
G. gracilis Seg.
G. apiculata Costa
G. acuminata Costa
G. oviformis Terq.
G. laevigata D'Orb.
Nodosaria papillosa Silv.
N. longicauda D'Orb.
N. raphanistrum L.
Fissurina solida Seg.
F. diaphana Seg.
F. recta Seg.
Lagena apiculata Reuss
L. clavata D'Orb.
L. vulgaris Will.
L. gracilis Costa
L. gracillima Seg.
L. tenuis Bornem.
L. Haidingeri Cziz.
L. Lyellii Seg.
L. appendiculata Will.
L. marginata Walk
Conocrinus Seguenzai Mgh.
Lepas signata Seg.
Verruca crebricosta Seg.
Cytherella bipartita Seg.
C. compressa Munst.
Cytheropteron laevis Seg.
Cytherura cuneata Brady
Xestoleberis producta Seg.
Loxoconcha impressa Bair.
Ilyobates bartonensis Jon. *var.*
Cytheridea exilis Seg.
C. Bradyi Seg.
Cythere radiatopora Seg.
C. plicatula Reuss
C. scabra Munst.
C. sororcula Seg.
C. convexa Baird
Macrocypris calabra Seg.
Bairdia recta Seg.
B. complanata Brady
B. obtusata Sars
Pontocypris sagittula Terq.
Modiola phaseolina Phil.
Neilo excisus Phil.
Yoldia frigida Torell
Leda pusio Phil.
L. messanensis Seg.
Kelliella miliaris Phil.
Siphonodentalium tetragonum Broc.
Dentalium agile Sars
Cylichna ovata Jeffr.

Più a nord dei monti di Calanna, i piani della Melia e di Scannaporcelli sopra Scilla sono coperti da sabbioni ad *Amphistegina* e da ghiaie ricche di fossili, sotto alle quali appare qua e là il granito. Quivi il Costa raccolse a' suoi tempi e foraminifere

(1866) e brachiopodi, fra cui citò *Argiope decollata* Ch. secondo Seguenza (*Orths plicifera* Costa), *Terebratula sinuosa* Broc. secondo Seguenza, e *Terebratulina caput-serpentis* L. (1850-56, parte I, p. 72; p. XIII, p. 11). Quei lembi sono alti fino a 600 metri sul mare [1].

Ivi nei piani della Melia il Seguenza accenna i seguenti fossili (1880, p. 228 e seg.)

Globigerina bulloides D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Amphistegina Hauerina D'Orb.
Alecto castrocarensis Manz.
A. dilatans Thomps.
A. repens Wood.
Diastopora hispida Flem.
D. stelliformis Reuss
D. verrucaria Fab.
D. latomarginata D'Orb.
D. patina Smith
Tubulipora palmata Smith
T. foliacea Reuss
T. seriatopora Seg.
T. flabellaris Fab.
T. fasciculata Seg.
Pustuloporà clavata Busk
P. proboscidea Johnst.
Filisparsa lata Seg.
Crisia Hŏernesii Reuss
Retepora cellulosa L.
Biflustra Savartii Aud.
Eschara cervicornis Lck.
E. monilifera Edw.
E. pertusa Edw.
E. foliacea Lck.
Celleporaria tubigera Busk
Lepralia stellata Seg.
L. deltostoma Seg.
L. chilopora Reuss
L. systolostoma Manz.
L. pertusa Johnst.
L. pratensis Seg.
L. ligulata Manz.
L. ceratomorpha Reuss
L. rugulosa Reuss
L. lata Busk
L. Haueri Reuss
L. monoceros Reuss
L. gibbosula Manz.
L. tumida Manz.
L. marionensis Manz.
L. micans Manz.
L. planata Manz.
L. biaperta Mich.
L. Brongniartii Aud.
L. resupinata Manz.
L. ansata Johnst.
L. calabra Seg.
L. planicosta Seg.
L. scripta Reuss
L. innominata Couch.
L. surgens Manz.
L. fulgurans Manz.
L. coccinea Johnst.
L. decorata Reuss
L. formosa Reuss
Membranipora aperta Busk
M. lineata L.
M. Lacroixii Sav.
M. angulosa Reuss
Aetea anguina L.
Myriozoon truncatum Pall.
Salicornaria farciminoides Johnst.
Serpula compressa Quatrf.
Pomatoceros triquetroides D. Chiaie
Vermilia quinquelineata Phil.
V. calyptrata Grube
V. miocenica Seg.
Verruca stromia Müll.

[1] Il Costa (1850-56) cita pure nel piano della Melia, i seguenti fossili, *Orbulina universa* D'Orb., *Amygdalina calabra* C., *Nodosaria siphunculus* C., *Hauerina alternans* C., *Polystomella granulata* C., *Guttulina prunella* C.

Balanus mylensis Seg.
B. stellaris Brocc.
B. concavus Bronn
B. perforatus Brug.
B. spongicola Bronn
B. tulipiformis Ell.
Anomia ephippium L.
A. patelliformis L.
A. striata Broc.
Ostrea aquitanica Mayer
O. tenuiplicata Seg.
O. plicata Chemn.
O. lamellosa Broc.
O. edulis L.
O. cochlear Poli
Plicatula mytilina Phil.
Pecten fenestratus Forbes
P. Jacobaeus L.
P. bipartitus Seg.
P. rhegiensis Seg.
P. Alessii Phil.
P. flabelliformis Broc.
P. similis Lask.
P. latissimus Broc.
P. pes-pelis L.
P. scabrellus Lck.
P. opercularis L.
P. substriatus D'Orb.
Cidaris tessurata Mgh.
Dorocidaris papillata Leske
Centrostephanus longispinus Phil.
Echinocyamus Costae Seg.

Secondo quello che attesta il Seguenza (1880, p. 244) in un pendio a S. dei piani della Melia si osserverebbero pure degli strati marnosi a *Neilo excisa.*

Il Seguenza attribuisce al Pliocene zancleano le sabbie della Contrada Donato sopra Reggio. Per mancanza di fossili io non posso bene affermare se questi terreni debbono tutti attribuirsi al Pliocene od anche in parte al Miocene; lascio perciò in sospeso la determinazione della loro età.

Del rimanente, in tutta la costa lungo il Tirreno, a nord dello Stretto, vidi le rocce mioceniche e quelle cristalline più antiche sottostare direttamente al postpliocene od a strati d'epoca più recente. Per quanto so, la stessa mancanza si verifica per lungo tratto anche nei monti della Sila a mezzogiorno ed a settentrione di Paola. Il Seguenza cita a S. Cristina d'Aspromonte intorno alla Piana, un lembo di terreno pliocenico che egli dice litorale (1873-77). Ma egli scambia, come lo mostrano i medesimi fossili, i quali verranno nel Capitolo seguente accennati da me, coi terreni postpliocenici assai frequenti in que' dintorni. Il Seguenza (1880, p. 184 e seg.) indica altresì numerosi ostracodi e foraminiferi nelle marne bianche di Palmi e di Seminara che insieme a quelli di altri luoghi della Piana attribuisce al Pliocene *zancleano;* ma come vedemmo nel Capitolo antecedente quelle marne appartengono al Miocene superiore *tortoniano* [1].

Un lembo che però potrebbe essere pliocenico e di mare profondo è indicato dal Philippi (vol. II, 1844) a Monterosso. Il Philippi vi accenna i seguenti fossili: *Limopsis minuta* Phil., *Natica helicina* Broc. (*N. sordida* non Sow.), *Dentalium elephantinum* L. *sexan* (*D. gulum* Gmel.), *D. agile* Sars (*D. incertum* non Desh.), *D. sp.* (*D. sulcatum* Lck.), *Murex vaginatus* Crist et Jan, *Nassa spinulosa* Phil., *Drillia modiola* Jan.

[1] Il Mantovani (*Brevi not. geol. e min.* 1881, p. 24 e 25) indica marne sabbiose azzurrognole del Pliocene superiore a S. Procopio, ma si riferisce a terreni da me riguardati come postpliocenici; egli indica pure sabbie plioceniche con *Pecten flabelliformis* a Sinopoli e S. Eufemia, ma colà si tratta di sabbia a *Pecten Besseri* mioceniche.

La sovrapposizione immediata del postpliocene al miocene, quindi la mancanza o per lo meno la straordinaria scarsità del pliocene qui ed in tutta la regione circostante alla Piana, non può mostrare che il territorio fosse emerso durante la formazione del pliocene, cosa contradetta dall'estensione del pliocene nei luoghi circostanti, nè può mostrare che fra il pliocene ed il postpliocene avvenisse un sollevamento per cui la denudazione portasse via i sedimenti anteriori, giacchè la continuità esistente fra una formazione e l'altra e tutte le circostanze orografiche contraddicono a quella supposizione. La mancanza o scarsità del pliocene si spiega molto più ragionevolmente col pensare che in parte non si sia depositato ed in parte lo abbia portato via il mare prima che si formasse il postpliocene. Il lembo pliocenico di Monterosso con pochi altri forse, sarebbe rimasto a rappresentare le ultime tracce di quella formazione.

§ 4. *Pianalti.*

Gli altipiani e le sommità di alcuni crinali che si estendono sopra Gioiosa, Mammola e Gerace, sono spesso coperti di sabbie, come per esempio il Piano del Bosco del Principe sopra Martone e Grotteria a 1050 metri, il Piano Stimpato (897 m.), il Piano della Limina (887 m.), il Monte della Torre a 920 m. e la C^a^. Sarico ad 831, sopra Mammola. Ma le sabbie sopratutto si estendono nel lungo altipiano già descritto altrove, che sta a cavaliere dei due versanti sopra Cànolo, Gerace, S. Giorgio Morgeto, Platì, Cittanova ecc. (fig. 4, 5). Le sabbie coprono quivi soltanto la superficie piana all'altezza di 800 a 1000 metri in strati orizzontali alti anco 10 o 20 metri e forse più; sono silicee, biancastre o gialliccie, disgregate, e quasi sempre accompagnate da ghiaie rotonde di schisti cristallini e prevalentemente di *gneiss* proveniente dagli stessi luoghi. In qualche luogo sono ricoperte dalla terra rossa recente, ed altrove sono state portate via rimanendone delle piccole masse qua e là ad attestare la recente denudazione. Così resta nuda la superficie del *gneiss* alterato e disgregato in modo diverso da quello che sia nei luoghi circostanti per effetto dell'atmosfera, mostrando così che quella sua alterazione è dovuta probabilmente all'aver formato in antico il fondo del mare nel quale si deponevano le sabbie sovrastanti. In queste sabbie non ho trovato fossili, e soltanto nella C.^a^ Lafina le ho vedute sovrastare con molta discordanza ad un lembo di calcare eocenico e di galestri miocenici che ho altrove ricordato. Soltanto nel piano di Liso sopra Gerace le ho vedute un poco pendenti a sud-ovest. Il Di Pasquale (1863, p. 140) indica fossili nei piani della Limina e Stimpato.

Negli altipiani i quali, in continuazione diretta di quelli ora accennati, seguitano intorno al Montalto nel versante tirreno, cioè dall' altipiano di Mastrogianni, fino a quello estesissimo di Aspromonte ed agli altipiani più meridionali (fig. 7) sopra S. Stefano detti di S. Agata, e di Sclanà sopra Reggio, di cui ho parlato distesamente nella descrizione topografica, fino ad un'altezza di quasi 1300 metri, sono dei banchi di ghiaie e sabbie a volte molto fine, a volte cementate e fossilifere, della cui estensione però mal si potrebbe discorrere senza più esatte osservazioni, essendo che sieno quasi sempre ricoperte da alto strato di terra rossa vegetale, la quale

anzi sembra qualche volta far passaggio alle sottostanti sabbie e derivare da una alterazione delle medesime.

L'altezza delle sabbie è per lo meno di 6 a 7 metri.

§ 5. *Riassunto sulla disposizione degli strati.*

Riassumendo tutto quel che si può dire intorno alla disposizione generale dei terreni pliocenici che circondano l'Aspromonte, ricorderò che questi terreni si può dire manchino nella porzione occidentale tirrena, salvo lungo lo Stretto. Le argille, tranne limitati spazii, stanno soltanto nel fianco ionio, e si estendono con poche interruzioni fino al torrente Ammendolea cioè fino a mezzo di quella parte che forma l'estremità più meridionale della penisola. La loro altezza, anco dove furono meno soggette a denudazione, non è per solito maggiore di 300 metri.

È a ricordarsi pure che per tratti non brevi, anco lontano dalla spiaggia, gli strati delle argille scendono sotto l'orizzonte, e non si vede ordinariamente il suolo delle rocce più antiche sopra le quali dovettero depositarsi. E pei fossili, e per la natura litologica, e per l'insieme di tutte le circostanze si palesa che queste argille furono formate in un mare piuttosto profondo. Gli strati delle marne bianche a *Globigerinidae* proprie di mari anche più profondi, non sono sollevati se non fino a circa 100 metri.

Le sabbie silicee occupano invece alcuni tratti nella pendice occidentale verso lo Stretto, e giungono a circa 700 metri, cioè ad un'altezza maggiore assai delle argille. Esse stanno a dirittura a ridosso delle rocce antiche le quali formano l'ossatura dell'Aspromonte. Sotto quelle sabbie poi, come già ho detto, si vede il suolo delle rocce più antiche sulle quali essi si depositavano, alzato non meno di 300 a 450 metri. Si vede già da questi fatti che il mare nel quale si depositavano le sabbie non era molto profondo, e certo lo era molto meno del mare orientale dove si formavano le argille. I fossili ed il carattere litologico delle sabbie, rimangono pure ad attestare per conto loro la non grande altezza del mare al cui fondo cadevano.

Intorno all'Aspromonte, sopra le sabbie o le argille, ovvero più alto, in una serie indipendente, concentrica, e più interna, si estende il calcare ad *Amphisteginae*, dagli altipiani di Argusto, ai Trepetiti, al Piano Crasto, ai monti di Gerace e di S. Ilario, al monte Cordèna, ed ai monti sopra Reggio. Gli strati più alti di questa roccia, che sta quasi perfettamente orizzontale, giungono ad elevazioni quasi costanti cioè a 780 ad 802, fino circa a 900 metri; i più bassi scendono a circa 200 m. nella regione occidentale, e nella orientale poco al di sotto di 500 metri, p. e. nei monti di Gerace e di S. Ilario. Possono questi considerarsi come i limiti estremi, di relativa altitudine, entro i quali erano venuti a formarsi durante il pliocene i banchi delle *Amphisteginae* e degli altri esseri che le accompagnano. Il deposito loro era evidentemente il più litorale in tutto l'Aspromonte, quello che durante il pliocene si originava a minor profondità, mentre contemporaneamente si formavano delle argille in alto mare. In parte quel deposito si dovè formare eziandio dopo che il lento sollevamento ebbe innalzato qualche tratto

del mare pliocenico già riempito di sedimenti sabbiosi od argillosi, in guisa da porgere favorevoli circostanze alla vita ed alla moltiplicazione di quelle *Amphisteginae* per le quali si richiedevano un mare non povero di sali perciò lontano dall'affluenza di acque dolci, una profondità non grande, e probabilmente la presenza di rocce solide sulle quali potessero formare delle scogliere e degli attolli. Queste circostanze necessarie per la vita delle *Amphisteginae* si riscontrano essere state uguali dappertutto; dovunque s' incontrano banchi delle *Amphisteginae* plioceniche, questi o circondano a guisa di attolli dei monti o delle colline di rocce già sollevate prima del pliocene, o ricoprono a guisa di scogli un fondo costituito da terreni pliocenici più antichi i quali erano venuti a sollevarsi, ed a porgere così buon luogo per la formazione di que' banchi. Non è questa del rimanente la prima volta nella quale si notano delle foraminifere che si comportano in modo alquanto vicino a quello de' polipai; ma parecchi esempi ne sono conosciuti anche dell'epoca odierna. Prima del pliocene erano venuti a mancare i polipai che avevano reso i nostri mari miocenici, compresi anche quelli di Calabria, sì analoghi a quelli australi più caldi dell' età nostra, e ciò a buon diritto si può credere avvenisse pel cambiato clima; ma là dove s' incontrano i banchi delle *Amphisteginae* le quali durante il pliocene, e pelle masse, e per il modo di comportarsi, tengono il posto dei polipai miocenici, si può supporre che abbastanza caldi fossero tuttora i mari e che attiva fosse l'evaporazione, sì che tanti milioni di piccoli organismi potessero trarre modo di formare il loro guscio calcareo col carbonato di calce sovrabbondante nell'acqua. La fauna quasi costante da un capo all'altro d'Italia la quale accompagna le *Amphisteginae*, confermerebbe queste diverse supposizioni. Le specie oggi viventi che si possono paragonare con quelle identiche o molto analoghe fossili, sono prettamente marine e vivono presso i litorali, lontane da ogni miscuglio con acque dolci. Fu detto qualche volta da chi non poneva mente se non alle *Terebratulae*, appartenenti quasi senza eccezione a specie estinte, che la presenza di queste mostrava le *Amphisteginae* essere vissute a qualche profondità e non propriamente presso il litorale (¹): la quale supposizione, non ha valore di fronte agli argomenti che sono offerti dalla presenza dei *Pecten* e di altre specie tuttora viventi, oltre di che è fondata sopra un' idea non giusta, poichè le *Terebratulae*, sebbene vivano di preferenza nelle grandi profondità, possono pure trovarsi a non molti metri sotto il livello del mare, come affermò il Davidson ne' suoi studî sopra i brachiopodi (*On tertiary brachiopods*), e come si deduce appunto per alcune specie fossili dalla compagnia ch'esse hanno, tanto nei terreni pliocenici quanto in quelli postpliocenici.

Durante il Pliocene nelle nostre regioni si doveva verificare una emersione di poco maggiore da quella che aveva avuto luogo nel Miocene. Anche in questo caso, si può ritenere che il contorno dell'Aspromonte fosse poco diverso da quello che si mostra oggi e da quello che si mostrava durante il miocene superiore, giacchè i

(¹) Il Seguenza (1880, p. 180) fondandosi sulla presenza dei Briozoi e delle Foraminifere, ritiene che quei calcari ad *Amphistegina* si siano originati a qualche profondità; ma ponendo mente alle specie pare a me che esse siano litorali e di questa opinione stessa contraria a quella del Seguenza è il Fuchs in un suo recente lavoro.

lembi circostanti del pliocene, sebbene come ho detto interrotti, mostrano chiaro quali fossero le antiche dimensioni. La poca estensione della terra spiega pure la grande povertà, per non dire la quasi assoluta mancanza, di resti di mammiferi e di altri esseri terrestri negli strati pliocenici circostanti.

Uno stretto largo almeno 10 chilometri, e profondo nel mezzo più che 900 metri (giacchè dissi che quivi le argille plioceniche scendono sotto l'odierno livello del mare) separava la Serralta di Maida dalla Sila.

Un altro stretto almeno per grandi tratti meno profondo ma largo circa 20 chilometri, corrispondente all'odierno stretto di Messina, separava il Montalto dai monti Peloritani. Il Capo Vaticano colla regione circostante era tutto sommerso e formava un altipiano sottomarino piuttosto profondo nel fianco occidentale dell'isola della Serra. Nella regione nostra, probabilmente, considerando il livello cui giungono gli strati pliocenici, può credersi che fossero in quel tempo due isole e forse tre, poco distanti, poste a catena una dietro l'altra, quelle cioè del Montalto, della Serra, e di Maida. Altre isole erano certamente ne' monti della Sila, ne' monti Peloritani, e probabilmente altrove, sicchè in questa regione emergeva fin d'allora un arcipelago, o che segnava lo scheletro di ciò che poi dovevano essere la Sicilia e le Calabrie.

Del calcare ad *Amphisteginae* si è già detto che cingeva quelle isole presso la spiaggia a modo di scogliera. A settentrione verso la Sila e più ancora verso mezzogiorno e verso levante, la terra ferma scendeva sotto il mare con declivio se non erto e scosceso pure rapido, e ad una profondità fra 600 e 900 metri, a non molta distanza dalla spiaggia, si depositavano le argille turchine e bianche con fossili caratteristici de' mari profondi. Nel lato occidentale, come pure era accaduto durante il miocene, le circostanze erano un poco diverse. Di fianco ai monti della Serra e di Maida, presso alla spiaggia, il fondo non era molto grande ma 100 o 300 metri più basso si estendeva verosimilmente un altipiano leggermente declive verso l'esterno, formato dai poggi sopra Francavilla, Polia, Soriano, e Laureana. Con un gradino alto poche centinaia di metri, il fondo scendeva ad un altro piano più esteso ma meno regolare corrispondente alla vallata del Mèsima, che poi si rialzava in un novello altipiano da 200 a 300 metri inferiore al livello del mare, nel Capo Vaticano. Ripidissimo e con un dislivello fra 400 e 600 metri doveva essere il fondo intorno alla spiaggia, formata dagli altipiani di Gerace e dagli altri altipiani che girano intorno al Montalto fin sopra Scilla e Calanna. In questo tratto cui corrisponde in parte la Piana, il fondo è oggi formato da terreni miocenici, i quali arrivano direttamente al piede dei precipizî de' monti circostanti: quivi non si trovano terreni pliocenici. Convien dire che il pliocene nella regione più profonda della Piana se vi esiste sia sepolto sotto il postpliocene, e che nella regione circostante più alta sia stato portato via dalla denudazione contemporanea e conseguente al sollevamento. Quando si depositò, doveva essere costituito da argille di mare profondo simili a quelle di cui piccolissimi lembi si scoprono agli Archi presso Reggio, e più ancora a quelle che circondano le pendici orientali. Più a mezzogiorno lungo lo Stretto, almeno per quanto si può dedurre dalla presenza dei terreni miocenici e cristallini che s'innalzano molto in tutte le valli circostanti, il fondo per lungo tratto a ridosso della spiaggia non era maggiore di circa 400 metri, e quivi è occupato dalle sabbie, che la denudazione

non ha portate via. Probabilmente la presenza della sabbia in quei luoghi si deve pure alla disposizione delle correnti che esistevano nello stretto in allora.

Questi sono i tratti generali meno inverosimili dell'orografia dell'Aspromonte durante l'epoca pliocenica, e naturalmente qualche variazione dovette esservi fra il principio e la fine dell'epoca stessa, durante la quale, come già notai ebbe luogo come nel rimanente d'Italia un sollevamento forse continuo, talchè in taluni luoghi sopra le argille si estendono calcari ad *Amphisteginae* ed altri strati di mare meno profondo.

§ 6. *Questioni intorno all'età e paragone con altri terreni pliocenici.*

Se paragoniamo gli strati pliocenici ora descritti con quelli di tutta l'Italia meridionale e della Sicilia, non troviamo differenza alcuna. In tutti questi luoghi v'hanno, sebbene con differente sviluppo, le medesime argille turchine e bianche, le medesime sabbie, e gli stessi banchi di *Amphisteginae*. Nè per la maggior parte degli strati vi hanno differenze coi terreni pliocenici dell'Italia centrale e dell'Apennino settentrionale. Fu detto in addietro dal Seguenza che il pliocene dell'Italia settentrionale e centrale rispondeva solo alla parte meno antica degli strati pliocenici meridionali; ma poi egli stesso si è ricreduto da questa opinione che infatti non regge all'osservazione. I calcari ad *Amphisteginae*, come ho pure accennato, si trovano in Toscana e nel Lazio nelle medesime circostanze nelle quali si trovano nelle Calabrie, e tanto in quelle regioni come in quest'ultima, dove si trovano in rapporto con altri terreni pliocenici argillosi e sabbiosi, formano sempre gli strati più recenti, non già i più antichi come n'ebbe il dubbio Seguenza. Le sabbie nel rimanente d'Italia invece di essere per lo più biancastre e così ricche di silice come in Calabria, sono quasi sempre gialle e non povere di carbonato di calce; ma questo deriva dalla differente natura dei terreni non cristallini ch'esse circondano, e dalle cui spoglie derivano. Sabbie così ricche di *Terebratulae* come nell'Italia meridionale, non si ritrovano se non nelle maremme toscane, dove quelle sono pure piuttosto grossolane, e dove, formate a quanto pare entro mari non molto profondi, cingono un antico arcipelago d'isolette dalle quali non scendevano acque dolci che potessero diminuire le salsedine del mare attiguo. Queste circostanze identiche a quelle della Calabria forse favorivano lo sviluppo delle *Terebratulae*, come quello delle *Amphisteginae*; mentre non si ripetevano intorno alla giogaia principale dell'Apennino, a ridosso della quale, come lo prova la natura stessa dei sedimenti, si estendevano quasi sempre delle lagune con acque salmastre. Le argille turchine dell'istmo catanzarese, degli Archi, dei dintorni di Siderno e di Gerace e degli altri luoghi, e per la natura litologica e pei fossili, sono identiche a quelle del Lazio, della Toscana e dell'Emilia, specialmente a quelle del monte Vaticano, di Malamerenda e di Mucigliani nel Senese, di Orciano nel Pisano, e degli altri luoghi, formate a maggiori profondità. Mancano invece interamente fuori dell'Italia meridionale le argille bianche della maggiore profondità, depositate, come notai per la Calabria meridionale, da circa 800 a 900 metri sotto il livello del mare pliocenico. Manca per conseguenza altrove anche la fauna speciale che si trova entro quelle

argille come p. e. le seguenti specie sia estinte, sia tuttora viventi nelle profondità, che mai o per eccezione furono trovate nelle argille turchine dell'Italia settentrionale e centrale; *Terebratulina granoso-radiata*, *Neilo excisa*, *N. dilatata*, *Limopsis minuta*, *Cadulus ovulum*, *Dentalium agile*, *Nassa spinulosa*, *Surcula torquata*, *S. nodulifera*, *S. pygmaea*, *Margarita Ottoi*, *M. marginulata*, *Turbo peloritanus*, *Seguenzia monocingulata*, *Columbella costulata*, *Yoldia lucida*, *Y. tenuis*, *Leda cuspidata*, *Nucula glabra*, *Arca aspera*, etc. etc. [1].

Tolta questa eccezione, ripeto, gli stessi caratteri distinguono il pliocene da un capo all'altro d'Italia, e mostrano che non vi sono differenze di età fra gli strati presi insieme di una regione e quelli di un'altra. Questiona taluno se fra questo complesso di strati possano farsi distinzioni di età, giustificate e fondate in modo che distinto un gruppo in un luogo si possa fare la medesima distinzione in un altro. I nomi proposti per l'uno o per l'altro gruppo non mancano, anzi ve n'è una grande abbondanza; citerò quelli, relativi ai terreni d'Italia, di Messiniano, Zancleano, Astiano, Piacentino, Materiano, e simili, proposti dal Pareto, dal Mayer, dal Rouville, dal Seguenza, e specialmente dal Mayer suddivisi in due ed anco in tre sottopiani secondarî. Queste distinzioni però corrispondono tutte a differenze di natura litologica, ed a varietà derivanti dalle diverse profondità nelle quali si depositavano gli strati. Una buona parte di quelle distinzioni è stata fondata od è sostenuta senza che nemmeno sieno dati dei criterî definiti per poterle applicare sul terreno; ma la chiave della loro applicazione è per ora un segreto riposto nella mente degli autori e dei sostenitori. E perciò ed anche perchè ne ho discorso in altri miei lavori, mi risparmierò ogni discussione su quei nomi, ed ogni questione, che sarebbe inutile, sulla priorità dell'uno o dell'altro. Il nome unico di pliocene, inteso senza le confusioni di alcuni autori e coll'esclusione del postpliocene, è di per sè più che sufficiente a caratterizzare e a distinguere questo periodo. In nessuna delle estese regioni nelle quali ho studiato il pliocene, o fluviale o marino, ho potuto trovare finora nei fossili marini ed in quelli terrestri, criterî costanti e sufficienti a dividere il pliocene in zone. Senza dubbio e nell'Astigiano, ed in qualche luogo dell'Italia centrale e meridionale, fin nelle Calabrie, è molto facile distinguere anche nettamente gli strati inferiori delle argille con fauna di mare profondo, dagli strati delle sabbie con fauna litorale, che pel riempimento del fondo e pel sollevamento generale in tutta Italia si sono sovrapposti. Ma errerebbe chi su questa distinzione di età e di fauna esclusivamente relativa al luogo,

[1] Il Seguenza ricorda giustamente alcune specie fossili nelle argille turchine e bianche di mare profondo le quali si trovano oggi viventi nell'Atlantico ed anche solo nell'Atlantico settentrionale, e, soggiungo io, mancano nelle argille di mare meno profondo dell'Italia settentrionale. Queste specie sono le seguenti: *Cylichna alba*, *Natica Montacuti*, *Odostomia unidentata*, *Trachysma delicatum*, *Trochus marginulatus*, *T. Ottoi*, *Seguenzia monocingulata*, *Helonyx ventricosa*, *Verticordia acutecostata*, *Lembulus pustulosus*, *L. pusio*, *Neilo excisus*, *Terebratula sphaenoidea*, *Waldheimia septigera*, *Rhynconella sicula*. Vero è che molte di queste specie e forse anche tutte si potrebbero trovare viventi nelle maggiori profondità ancor quasi inesplorate dell'Atlantico; ma la loro presenza in quei mari e la successiva scomparsa, potrebbero forse anche accennare ad un regime di correnti sottomarine differente dall'attuale.

volesse fondare una distinzione di epoca la quale poi non si potrebbe punto rilevare dove di cima a fondo, come tanto sovente accade, si fossero formati depositi litorali, o depositi argillosi d'alto mare. Le distinzioni fatte fin qui non sono punto giustificabili se non a volte dal punto di vista della profondità nella quale i depositi sono avvenuti, o dal punto di vista litologico.

Un esempio parlante di ciò si ha nelle stesse distinzioni proposte dal Seguenza, pur dotto conoscitore del pliocene, pei terreni pliocenici della Calabria. Stando alle distinzioni più antiche e più comunemente accettate, senza discussione, dai varî autori, le sabbie ed i calcari ad *Amphisteginae,* a *Pecten,* Brachiopodi, Briozoi, etc. rappresentanti di una zona piuttosto litorale, rispondono esattamente per le circostanze batimetriche e pella fauna alle sabbie gialle ed ai calcari che costituiscono con tanta estensione il così detto Piano Astiano dell'Italia centrale e settentrionale. Le marne turchine e bianche d'alto mare invece rispondono in parte al così detto Piano Piacentino del resto d'Italia ed in parte ad una zona di mari ancor più profondi.

L'ordinamento del Seguenza è però diverso da questi. Lasciando da parte il postpliocene che egli denomina pliocene recente, il pliocene antico cioè il vero pliocene è da lui distinto in due piani, uno superiore od Astiano, uno inferiore o Zancleano. Il termine di Zancleano fu proposto dal Seguenza nel 1868 (*Form. zancl.*) per alcuni terreni, per lo più secondo lui di mare profondo, facenti parte degli strati inferiori del pliocene, i quali vennero da lui considerati perciò quasi intermedî fra il miocene ed il pliocene. Egli però ha sempre riguardato quel terreno come facente parte del pliocene, la qual cosa faccio quì notare di fronte ai dubbî del Fuchs (Mem. III, 1875 e Mem. IV, 1876), e risulta chiaramente da qualsisia dei lavori del Seguenza. La « formazione zancleana » è considerata da lui come sinonimo o come parte del « pliocene antico » fin dal 1868 (*Una pass. a Reggio*) ed in tutti i lavori successivi senza eccezione (1869, *Pos. strat. del Clypeaster*; 1875-76, Bull. della Soc. mal.; 1873-77, *Studî strat.* ecc.). Il Seguenza ripone nell'Astiano fra gli altri gli strati di Tenda presso Siderno, di Gerace, di Valanidi, Terreti e Nasiti presso Reggio, dei piani della Melia, di Cosentino, di Vito, di Gallina, di Pezzo presso Villa S. Giovanni, di Botte, Archi, Capo delle armi, Bianconuovo, Monasterace, Riace, Ardore, Bovalino, e Santa Cristina. Nello Zancleano egli colloca le marne a ostracodi e foraminifere di Gerace, Ardore, Portigliola, Seminara, Palmi, di Benestare, della Valle del Messinese presso Gioiosa, le sabbie fra Stilo e Monasterace, gli strati di Terreti, degli Archi, dei piani della Melia, di Gerace, Nasiti, S. Agata, di Melito, del Capo Spartivento, del fiume Ammendolèa, e gli strati ad *Amphisteginae* (1). Secondo le idee che ho manifestate o che manifesterò nel seguente capitolo, dal piano zancleano escludo gli strati di Melito, di Capo delle Armi, dell'Ammendolèa, le sabbie fra Stilo e Monasterace, e le marne a ostracodi e foraminifere coi conglomerati alternanti, che dimostrai appartenenti al miocene superiore, come pure escludo dal Pliocene Astiano in

(1) Prima del 1880 il Seguenza poneva nello zancleano anche il calcare concrezionato di Gerace; ma dipoi lo mise nel Miocene superiore Messiniano: io ho già detto, come lo ritenga equivalente al Miocene Tortoniano.

parte gli strati di Valanidi, di Botte, di Cosentino, di Santa Cristina e di Pezzo che il Seguenza riferisce al piano superiore del pliocene, e che secondo la mia opinione sono postpliocenici. Rimangono nel Pliocene zancleano le sabbie ed i calcari ad *Amphistegina* litorali, e nell'Astiano del Seguenza le argille turchine e le marne di mare profondo colle sabbie di Gallina e di qualche altro luogo. Ora pei primi terreni era inutile un nome nuovo giacchè con assoluta precisione si poteva loro applicare il nome di Astiano; per le marne turchine poi inesattamente unite all'Astiano degli autori v'era il nome di Piano Piacentino. Le sabbie di Gallina che stratigraficamente sovrastano al calcare ad *Amphistegina* possono rientrare nell' Astiano, o, come vedremo, essere ritenute più recenti.

Comunque sia di questi nomi il Seguenza sostenne più volte che il suo piano zancleano è ben distinto e più antico del suo Astiano giacchè gli strati del primo sottostanno con aperta e generale discordanza a quelli del secondo. Realmente le marne mioceniche ad ostracodi e foraminifere, ritenute zancleane, sottostanno con discordanza, sia ai calcari ad *Amphistegina* sia agli altri terreni pliocenici ritenuti astiani, come le sabbie di Gallina e simili attribuite all' Astiano e secondo me più recenti sovrastano alle sabbie ed ai calcari ad *Amphistegina* detti zancleani; ma con questi terreni siamo fuori dei limiti del vero pliocene. Se noi esaminiamo gli altri terreni rimasti nei due supposti piani pliocenici osserviamo che i reciproci rapporti stratigrafici sono opposti a quelli che ritiene il Seguenza, cioè in quei rari casi nei quali si vede il contatto, le marne dette astiane stan sotto anzichè sopra alle sabbie ed ai calcari detti dal Seguenza zancleani. Per conseguenza i calcari ad *Amphisteginae* e a briozoi posti dal Seguenza nel piano inferiore, dovrebbero, se mai, attribuirsi al piano superiore, perchè sono i più recenti del pliocene, e stratigraficamente stanno direttamente sovrapposti agli strati marnosi di Tenda presso Siderno, di Gerace, e degli Archi, ed alla continuazione di quelli di Bianconuovo, che invece il Seguenza riguarda come più recenti del calcare stesso e che egli ripone nel piano superiore od Astiano. Medesimamente quei calcari sono più recenti degli strati di Terreti e di Nasiti posti nel Zancleano. Nello stesso scambio è caduto il Seguenza pei calcari ad *Amphisteginae* della Toscana e del Lazio i quali sono sempre sovrapposti e più recenti delle argille turchine, nè mai sono ricoperti da queste.

Basterà il fatto degli strati ad *Amphistegina* la cui posizione è incontestabile, per isconvolgere l' ordinamento proposto dal Seguenza, essendo che quasi tutti gli strati del suo piano Astiano, che egli vorrebbe il più recente, per combinazione, sono quelli inferiori, e gli strati dello Zancleano sono in buona parte superiori.

Il Seguenza afferma che dappertutto nelle Calabrie come nella Sicilia si nota una discordanza costante fra i terreni da lui posti nel piano Zancleano, e ritenuti più antichi ed i terreni secondo lui sovrastanti da lui messi nell' Astiano, come v'è discordanza generale fra l' Astiano ed il plioceno recente o postpliocene. È verissimo che in molti luoghi vi è una discordanza manifesta fra il pliocene ed il postpliocene; ma in realtà in nessun luogo di Calabria egli potrebbe portare un esempio di quella supposta discordanza e della sovrapposizione delle marne alle sabbie, e se lo cita nel M. Tavoleria fra Stilo e Monasterace, si è perchè confonde le sabbie mioceniche

sottostanti alle argille turchine coi calcari ad *Amphistegina*. Dalle mie osservazioni esposte nel corso del presente capitolo non potrei dedurre se non che fra i differenti strati appartenenti al pliocene esiste tutt'al più a volte qualche leggera trasgressione. Non notai infatti discordanza in quei pochi luoghi nei quali i calcari ad *Amphisteginae* od a Briozoi e le rocce che loro equivalgono sono sovrapposti alle marne bianche od alle sabbie più antiche; non la notai agli Archi dove i conglomerati sì ricchi di polipai e di cirripedi si sovrappongono alle marne con *Neilo excisa* Phil., non a Terreti, nei monti d'Orte ed in quelli vicini dove il calcare ad *Amphisteginae* sta sopra le sabbie ricche di Brachiopodi e di Cirripedi, non nei monti dove lo stesso calcare ad *Amphistegina* ed a Briozoi sta sopra marne turchine e bianche.

Il Seguenza sostiene che una forte discordanza, quindi una notevole differenza d'età deve esistere fra le sabbie, coi calcari ad *Amphistegina*, e le argille turchine, perchè mentre quelle ordinariamente si trovano nell'alto dei monti, queste si trovano solo in basso lungo le spiaggie, perciò, egli dice, quando queste ultime si depositarono le prime dovevano già essere state depositate di vecchio indi sollevate e profondamente corrose dalla denudazione. Ma l'altezza maggiore del deposito vuol dire ben altra cosa che una maggiore antichità; bensì quella deriva, come già fu detto, da che i depositi più alti erano più litorali e più a fior d'acqua e i depositi più lontani si formavano a profondità molto maggiore: gli uni possono essere, come sono in massima parte, contemporanei agli altri; in parte, siccome il terreno era in continuo sollevamento o per lo meno in riempimento, alcuni strati litorali debbono in qualche luogo sovrastare ed essere più recenti di altri di mare profondo, come invero si verifica.

L'opinione che io ho esposta sulla posizione del calcare ad *Amphistegina* della Toscana e del Lazio, consentanea a quella che il Tournouër ha manifestato per lo stesso calcare della Provenza è frutto delle osservazioni che ho fatte da me dove le *Amphisteginae* erano state notate da altri e dove le ho trovate io stesso pel primo. L'opinione non diversa che ho sui terreni della Calabria, opposta a quella del geologo che sì grandemente ha contribuito allo studio dei terreni dell' Italia meridionale, non avrei ardito esporla sì chiaramente se non mi sentissi appoggiato dall'opinione di altri i quali hanno visitato i medesimi terreni. Il Fuchs afferma che egli non vide la discordanza fra le due zone (1875, Boll. r. Com. geol. Mem. III, p. 237) come le distingue il Seguenza, e che queste due zone sono « membri integranti della stessa epoca geologica e si distinguono non già per età ma soltanto per la loro *facies* » (1876, Bull. r. Com. geol. vol. IV, p. 149, 1872) come ho concluso io pure. Il Waters a proposito dell'affermazione di Seguenza che i calcari ad *Amphistegina* sian più antichi, dopo aver visto gli strati di Gerace ed altri di Sicilia, dice (1877, p. 14), « with this I cannot at all agree, as I find that I mention several times in my note book, these Bryozoa beds as above the mergel and fossiliferous clays ».

Il Mantovani pure (1878, *Terr. terz.* p. 10, 15) parlando del pliocene di Orte presso Reggio dice « confesso che nè in questa località ed in altre consimili non trovo ben netta la distinzione dei due piani, nè potei accorgermi di quella marcata sconcordanza di stratificazione che il professor Seguenza accenna come mezzo facile a separarli ». L'ordinamento proposto dal Mantovani (1878, p. 18), per gli strati

pliocenici di Reggio è più d'accordo co' miei: senonchè egli considera la sabbia a coralli degli Archi come più recente in parte dei calcari ad *Amphistegina* mentre secondo le cose dette io riterrei più recenti questi ultimi (¹).

Anche da ciò risulta dunque sempre meglio l'inesattezza degli ordinamenti proposti fin qui pei terreni pliocenici.

(¹) Ecco la serie dei terreni pliocenici di Calabria come la intende il Seguenza.

Piano zancleano (Seguenza):

a Conglomerato di Portigliola, Gerace, Gioiosa, Siderno, del Capo Palizzi, dell'Amendolea etc.

b 1 Marne a ostracodi e foraminiferi della regione orientale e del Golfo di Gioia.

b 2 Sabbie fra Stilo e Monasterace.

b 3 Marne del Capo Spartivento e del Capo Palizzi.

b 4 Sabbie a Brachiopodi, ad *Amphistegina* e Briozoi, dei Monti di Reggio, di Gerace, etc.

Piano Astiano (Seguenza):

c (facies 1°) Argille e marne bianche e turchine a Gasteropodi, e a *Ledae* di Riace, Monasterace, Siderno, Vito etc. etc.

d (facies 2°) Sabbie a Brachiopodi e specialmente a *Terebratula* Scillae di Gerone, Siderno, Valanidi, etc.

e (facies 3°) Sabbie riccamente fossilifere di Gallina.

f (facies 4°) Sabbie a *Neptunea contraria* di S. Cristina.

Ecco la distribuzione di quegli strati a mio modo di vedere.

Miocene superiore (Tortoniano):

a Conglomerati.

b 1 Marne a ostracodi e foraminiferi.

b 2 Sabbie fra Stilo e Monasterace.

Pliocene zona litorale (Astiano di Rouville e degli autori).

b 4 Sabbie a Brachiopodi, ad *Amphisteginae*, a Briozoi.

Zona di mare profondo (Piacentino di Pareto e degli autori).

b 3 Marne del Capo Spartivento e del Capo Palizzi.

c Argille e marne bianche e turchine a Gasteropodi e *Ledae*, sottostanti in vari luoghi agli strati *b* 4.

Postpliocene (Piano di Vallebiaia e M. Mario).

d Sabbie a *Terebratula Scillae*.

e Sabbie di Gallina.

Postpliocene (Piano superiore):

f Sabbie di S. Cristina.

CAPITOLO XV.

Postpliocene.

§ 1. *Descrizione topografica e paleontologica.*
Dal Capo Stalletti al Capo d'Armi.

Il terreno postpliocenico è per lo più alquanto discordante, come il pliocene, sui terreni anteriori.

Esso si estende molto più sul fianco occidentale che su quello orientale, nel quale forma dei lembi limitatissimi ed interrotti. Il lembo più settentrionale da questa parte è formato da due piccoli tratti di sabbie giallo-scure, le quali in strati orizzontali posano sulle argille bianche plioceniche ad un'altezza fra 110 e 140 metri sulla sinistra e sulla destra della Valle di Melis, fra l'Ancinale e l'Alaca.

Scendendo verso mezzogiorno, un lembo poco più grande di sabbie scure, molto fossilifere, frastagliato ed interrotto dai piccoli fossi, occupa la sommità delle collinette intorno a Monasterace fra l' Assi e lo Stilaro, fino alla altezza di circa 150 metri, scendendo verso il mare senza però giungere alla spiaggia, in strati appena declivi, alquanto discordanti colle solite argille plioceniche. Nella sponda opposta dello Stilaro, cioè sulla destra, vi corrisponde qualche altro brevissimo tratto delle medesime sabbie. A Monasterace il Seguenza (*Form. terz.* 1880, p. 318 e seg.) raccolse e descrisse 345 specie, vale a dire 66 Gasteropodi, 6 Solenoconchi, 4 Pteropodi, 82 Lamellibranchi, 29 Ostracodi, 1 Cirripede, 5 Anellidi, 20 Briozoarii, 1 Echinoderma, 131 Foraminiferi. Io non riporterò che le Foraminifere, gli Ostracodi, e le altre specie oggi estinte o viventi in mari settentrionali. Un asterisco * indica le specie estinte, una crocetta † quelle viventi in mari settentrionali.

Nassa prismatica Brocc.
†*Buccinum undatum* L.
†*Natica Montacuti* Forb.
†*Cyprina islandica* Lck.
**Nucula placentina* Lck.
†*Limea ovata* Wood.
**Anomia striata* Brocc.
**Ditrupa incurva* Ren.
**Membranipora papyracea* Reuss.
**Celleporaria systolostoma* Manz.
Ceriopora globulus Reuss

Ostracodi

**Pontocypris sagittula* Terq.
Bairdia subdeltoidea Münst.
B. obtusata Sars.
**Cythere punctata* Reuss.
**C. trigonata* Seg.
**C. foveolata* Seg.
**C. subaequalis* Seg.
**C. asperrima* Reuss.
**C. rarepunctata* Seg.
**C. rostrata* Seg.
**C. foliacea* Seg.
**C. cordiformis* Terq.
**C. parva* Seg.
**C. Edwardii* Roem.
Ilyobates bartonensis Jon. var.
**I. compressa* Seg.
Loxoconcha impressa Baird.
L. granulata Sars.
L. elliptica Brady.
L. tamarindus Jon.

Xestoleberis aurantia Baird.
X. depressa Sars.
X. pustulosa Seg.
Cytherura striata Sars.
Cytherella Bradyi Seg.
**C. calabra* Seg.

Foraminiferi

Lagena globosa Walk.
L. vulgaris Will.
**L. emaciata* Reuss.
**L. maculato-punctata* Seg.
L. clavata D'Orb.
L. striata D'Orb.
**L. Gemmellarii* Seg.
**L. cylindracea* Seg.
L. filicosta Reuss.
L. sulcata Seg.
L. gracilis Will.
L. caudata D'Orb.
L. distoma-polita Park. et Jon.
L. distoma Park. et Jon.
**L. decorata* Seg.
L. melo D'Orb.
L. scalariformis Will.
L. marginata Walk.
L. lucida Will.
L. lagenoides Will.
**L. marginato-radiata* Seg.
**L. marginato-perforata* Seg.
Fissurina squamoso - marginata Park. et Jon.
**F. diptera* Seg.
Nodosaria raphanus L.
N. longicauda D'Orb.
N. antennula Costa
N. subaequalis Costa
**N. perforata* Seg.
N. radicula L.
Glandulina laevigata D'Orb.
**G. adunca* Costa
Dentalina brevis D'Orb.
D. pauperata D'Orb.
D. communis D'Orb.
D. nodosa D'Orb.
D. acuta D'Orb.
Pullenia sphoeroides D'Orb.
**P. compressa* Seg.
Nonionina Soldanii D'Orb.
N. umbilicatula Mtg.
**N. subcarinata* Seg.
Polystomella crispa D'Orb.
P. macella Ficht. et Moll
**P. subumbilicata* Cziz.
P. striato-punctata Ficht. et Moll
**P. minima* Seg.
Amphistegina sp.
Marginulina glabra D'Orb.
**M. similis* D'Orb.
**M. contraria* Cziz.
Cristellaria crepidula Ficht. et Moll
**C. arcuata* D'Orb.
C. virgata D'Orb.
Robulina cultrata D'Orb.
R. calcar D'Orb.
R. rotulata Lck.
Polymorphina lactea Walk et Jac.
P. communis D'Orb.
**P. amygdaloides* Terq.
P. gutta D'Orb.
P. oblonga Will.
P. compressa D'Orb.
**P. complanata* D'Orb.
P. tubulosa D'Orb.
Uvigerina pygmaea D'Orb.
U. nodosa D'Orb.
Bulimina Buchiana D'Orb.
B. ovata D'Orb.
B. marginata D'Orb.
B. aculeata D'Orb.
**B. pustulosa* Costa
B. pyrula D'Orb.
**B. prunella* Costa
**B. mutabilis* Costa
Sphaeroidina bulloides D'Orb.
Pulvinulina punctulata D'Orb.
P. auricula Ficht. et Moll
Rotalia Beccarii D'Orb.
R. ammoniformis D'Orb.

R. Soldanii D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
**G. Aradasii* Seg.
**G. gomitulus* Seg.
G. helicina D'Orb.
**G. ovoidea* Seg.
Discorbina globularis D'Orb.
Truncatulina lobatula Mtg.
T. refulgens D'Orb.
T. tuberosa D'Orb.
T. Ungeriana D'Orb.
Planulina ariminensis D'Orb.
Planorbulina mediterranensis D'Orb.
Siphonina fimbriata Cziz.
Bolivina punctata D'Orb.
**Textilaria granulata* Costa
Cassidulina laevigata D'Orb.
Plecanium sagittula Defr.
P. agglutinans D'Orb.
P. pygmaeum D'Orb.
Bigenerina nodosaria D'Orb.
Cornuspira foliacea Phil.
**C. carinata* Costa
Biloculina bulloides D'Orb.
B. elongata D'Orb.
**B. lunula* D'Orb.
**B. amphiconica* Reuss
B. depressa D'Orb.
Spiroloculina rotundata D'Orb.
**S excavata* D'Orb.
S. canaliculata D'Orb.
S. nitida D'Orb.
S. planulata D'Orb.
Triloculina tricarinata D'Orb.
T. trigonula Lck.
T. inflata D'Orb.
T. oblonga Mtg.
Quinqueloculina triangularis D'Orb.
Q. vulgaris D'Orb.
Q. plana D'Orb.
Q. bulloides D'Orb.
**Q. asperula* Seg.
Q. lyra D'Orb.
Q. Ferussacii D'Orb.
**Q. depressa* D'Orb.
**Q. Schroeckingerii* Karr.
**Q. lucida* Karr.
Q. costata D'Orb.
Q. pulchella D'Orb.

Un altro brevissimo tratto di sabbie fine rossastre, alto 170 metri circa, si viene a trovare in strati un poco inclinati sulle argille bianche plioceniche, nel Monte Castello fra l'Allaro ed il Precariti, ma più verso il Precariti.

Ma il postpliocene raggiunge la maggiore estensione, nel tratto occidentale, nella sommità dei monti intorno a Siderno ed a Gerace, fra il Turbolo e la Fiumara di Gerace, estendendo forse anche qualche lembo nel monte di Portigliola. È difficilissimo però in tutta questa regione, quando non vi siano fossili, come il più spesso accade, disbrigare il postpliocene formato da sabbie rosse e da ghiaie non grossolane di rocce gneissiche in strati sufficientemente regolari, dalle sabbie plioceniche le quali ivi si trovano insieme colle argille, e dai terreni alluvionali, sovrastanti al postpliocene, che pure raggiungono una certa estensione, tanto più che una ricca e folta vegetazione ricopre il suolo. Il postpliocene sembra raggiunga nel Monte di Gerace un'altezza maggiore un poco a 250 metri, e sebbene ricopra irregolarmente le argille turchine plioceniche più antiche, non sembra sia molto discordante colle sabbie dello stesso pliocene: gli strati inclinano alle volte leggermente dal monte verso il mare. Presso Siderno vi si trova qualche fossile marino secondo il Seguenza [1].

[1] Il Seguenza nel 1874 (*Stud. strat.* p. 273) indica presso Gerace i fossili seguenti, e di questi ne cita poi quattro o cinque nei dintorni di Siderno (1875, Boll. Com. geol. *Rel. di un viaggio*, p. 89, e 1875-76, *Stud. paleont.*); però mi rimane ignota la loro località precisa: *Crania turbinata* Poli, *Argiope*

Dei lembi isolati di sabbie fine, scure, appena percettibili, si trovano in strati poco meno che orizzontali, lungo il vertice di alcune basse colline formate dalle argille bianche, plioceniche, fra il Capo Spartivento ed il Capo Palizzi, ad altezze fra 80 e 130 metri. Un lembo ne è sopra la Torre Galati, tra la fiumara del Capo Spartivento e la fiumara di Spropoli, due o tre sono intorno al Serro di Mandi, ed uno o due sopra il Capo Palizzi. L'esistenza odierna di questi lembi, una volta, insieme con tutti gli altri mentovati, certamente più estesi e continui ed ora sì piccoli che fra qualche tempo non ne esisteranno nemmeno tracce, mostra come si debba andare ben a rilento nel prestar fede a tanti geologi, i quali quando non vedono tracce di un terreno suppongono che questo non si sia mai depositato, e vanno a pensare a sollevamenti del suolo in quelle epoche, ed a sprofondamenti e cataclismi subissatori nelle epoche successive. Più in là del Capo Palizzi, verso ponente, muta l'aspetto del terreno postpliocenico, ed invece di sabbie scure vi si estendono sabbie gialle e conglomerati grossolani spesso cementati dal carbonato di calce.

Fra le cave di calcina del Salto la Vecchia e Pilati, poco prima della fiumara di Melito, s'innalzano immediatamente lungo la spiaggia il conglomerato e le sabbie postplioceniche cementate a ridosso delle arenarie e del calcare concrezionato miocenico superiore, in strati quasi orizzontali.

§ 2. *Dal Capo delle Armi alla Piana.*

Sul calcare a briozoi miocenico del Capo delle Armi, verso le Saline, sovrapposto con stratificazione discordante, riposa il medesimo conglomerato, che vi forma un lembo, al solito piccolissimo, e, come intorno al Salto la Vecchia, non più elevato di circa 50 metri sulla spiaggia.

Un'estensione ed un'altezza un poco maggiore, fin più di 110 metri, la raggiunge il conglomerato, sopra le rocce mioceniche a ponente del Capo delle Armi, fra questo e la fiumara di Lazzaro, dove la spiaggia comincia a voltare lungo lo Stretto. Quivi ho raccolto dei *Cerithium scabrum* Olivi. È probabile che questi conglomerati i quali costeggiano sempre la spiaggia sieno formazioni prettamente litorali formate presso al finire dell'epoca postpliocenica.

Più nell'interno, nella contrada Cosentino, nella parte inferiore delle sabbie e sopra il Tortoniano, giacciono degli strati sabbioso-calcarei a Brachiopodi nei quali il Seguenza (1880, p. 286) indica i seguenti fossili:

* *Terebratula Scillae* Seg.	* *Waldheimia euthira* Phil.
T. vitrea Born.	*W. septigera* Lovén
T. minor Phil.	* *Terebratella septata* Phil.
T. sphoenoidea Phil.	*Megerlia truncata* L.

Le sabbie postplioceniche raggiungono una grande estensione ed un'altezza di parecchie centinaia di metri nei monti di Motta, tra la fiumara di Lazzaro e la fiumara di Vallanidi. Il Seguenza afferma che il postpliocene giunge in questo luogo

decollata Ch., *Megerlia monstruosa* Sc., *M. truncata* L., *Waldheimia septigera* Lovèn, *W. cranium* Müller, *Terebratulina caput serpentis* L., *Terebratula minor* Ph., *T. vitrea* Born.; *T. Scillae* Seg., *Balanus tulipiformis* Ellis. Il Seguenza attribuiscè questi fossili alla parte inferiore del postpliocene o pliocene recente.

a 1000 metri sopra il mare; ma colà son facili a confondersi le sabbie plioceniche o mioceniche superiori, degli altipiani, colle postplioceniche le quali forse ben raramente arrivano a quest'altezza. Senza escludere che in qualche punto sieno più alte, l'altezza maggiore a me nota è nel Monte Leporicchio a 450 metri. Il postpliocene è formato da sabbie silicee giallastre o brune, di rado cementate ma per lo più incoerenti, e per via di questo facilmente franose e non adatte alla vegetazione. Non è sempre facile vedere la disposizione degli strati, ma quasi sempre sembrano essere pendenti un poco verso nord-ovest e verso il mare, specialmente nell'alto. Vi sono abbondanti fossili e p. e. molti se ne possono raccogliere al Pellaro dietro la chiesa del Salvatore, nella contrada Pantani ed altrove [1].

Ai Pantani sono indicati dal Seguenza questi fossili:

Pecten multistriatus Poli
P. varius L.
P. opercularis L.
P. pes-felis L.
P. pes-lutrae L.
P. vitreus Chemn.
P. Testae Biv.
P. similis Lask.
P. Jacobaeus L.
Ostrea cochlear Poli
Anomia ephippium L.
A. patelliformis L.
**Terebratula Scillae* Seg.
T. vitrea Born
T. minor Seg.
Waldheimia septigera Lov.
Terebratulina caput-serpentis L.
Megerlia truncata L.
Argiope decollata Chemn.
Balanus tulipiformis Ell.
Pachylasma giganteum Phil.
Verruca stromia Müll.
**Ditrupa incurva* Ren.
D. subulata Desh.
Salicornaria farciminoides John.
Myriozoon truncatum Pall.
Membranipora Rossellii Aud.
M. angulosa Reuss
**M. annulus* Manz.
Lepralia scripta Reuss
Celleporaria tubigera Busk
Eschara lichenoides Lck.
E. foliacea Ell.
E. cervicornis Pall.
Retepora cellulosa L.
Alecto repens Wood
Discoporella radiata Aud.

Le rocce sottostanti sono quasi esclusivamente mioceniche, per cui è forza concludere che quivi, in corrispondenza allo Stretto, il pliocene sia stato portato via da una forte denudazione.

Alluvioni antiche successive al sollevamento del terreno coprono il postpliocene e lo nascondono specialmente là dove fu *terrazzato* dai torrenti, tra la fiumara di S. Giovanni e la fiumara di Vallanidi. Anche quì predominano gli strati sabbioso calcarei con Brachiopodi, ed i fossili sono piuttosto numerosi.

Ivi, a Vallanidi, il Seguenza (1880, p. 247 e seg.) indicava questi fossili che egli attribuiva al piano Astiano.

**Terebratula Scillae* Seg.
Terebratulina caput serpentis L.
**Terebratella septata* Phil.
Bairdia subdeltoidea Münst.

[1] Nelle sabbie di Motta e dei monti sovrastanti, il Seguenza (1880, p. 318 e seg.) indica *Ervilia castanea* Mtg., *Pecten opercularis* L., *P. Jacobaeus* L., *Anomia ephippium* L., *Ditrupa subulata* Desh.

***Cythere cicatricosa* Reuss
C. plicatula Reuss
***Cytheridea foveolata* Seg.
***Loxoconcha impressa* Baird.
Xestoleberis aurantia Baird.
Paradoxostoma ensiformis Brad.
P. arcuatum Brad.
Pachylasma giganteum Phil.
Salicornaria farciminoides John.
**Scrupocellaria elliptica* Reuss
Myriozoon truncatum Pall.
Celleporaria tubigera Busk
C. ramulosa L.
Eschara cervicornis Lck.
**E. columnaris* Manz.
Retepora cellulosa L.
Crisia Edwarsii Reuss
Idmonea atlantica Forb.
I. concava Reuss
I. triforis Hell.
**Hornera striata* Ed.
H. frondiculata Lck.
**H. hyppolithus* Def.
**H. concatenata* Reuss
Filisparsa tubulosa Busk
**Entalophora anomala* Reuss
**Pustulopora subverticillata* Busk
**P. rugosa* D'Orb.
Dorocidaris papillata Lesk
**D. asperrima* Seg.
Echinus melo L.
**Stirechinus Scillae* Desm.
**Conocrinus Seguenzai* Mgh.
Nodosaria glabra D'Orb.
N. longiscata D'Orb.
**N. antennula* Costa
Polystomella crispa L.
Cristellaria crepidula Ficht. et Moll
Robulina vortex Ficht. et Moll
R. calcar D'Orb.
Uvigerina pygmaea D'Orb.
Bulimina marginata D'Orb.
B. Buchiana D'Orb.
B. pyrula D'Orb.
**B. prunella* Costa
**Virgulina longissima* Costa
Sphoeroidina bulloides D'Orb.
**S. austriaca* D'Orb.
Pulvinulina elegans D'Orb.
P. Menardii D'Orb.
Rotalia Beccarii D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
**G. Aradasii* Seg.
Discorbina globularis D'Orb.
**D. perforata* Seg.
Truncatulina lobatula D'Orb.
T. Dutemplei D'Orb.
**T. peraffinis* Costa
Planulina ariminensis D'Orb.
**Haplostiche compressa* Seg.
Lituola globigeriniformis Park. et Jon.
**Plecanium spinulosum* Reuss
P. abbreviatum D'Orb.
**P. subangulatum* D'Orb.
P. gibbosum D'Orb.
P. sagittula Def.
P. agglutinans D'Orb.
Quinqueloculina triangularis D'Orb.
Q. asperula Seg.

Fra il torrente di Vallanidi e la fiumara dello Spirito Santo, o torrente Calopinace il quale entra in mare presso Reggio, v'ha una grande spianata con livello quasi uniforme assai più basso dei monti di Motta coperti dal postpliocene a mezzogiorno, e dei monti di Nasiti pure in parte postpliocenici posti a settentrione. Quella spianata forma i poggi del comune di Gallina, solcati da numerose, grosse e turbolente fiumare che scendono precipitosamente dal gruppo del Montalto immediatamente sovrastante.

A queste fiumare si deve attribuire la formazione della spianata, e l'esportazione di tutte le rocce che prima del sollevamento vi si doveano trovare, sì che la

superficie è formata dalle testate delle arenarie mioceniche superiori, o di poche sabbie calcaree plioceniche, coperte quasi soltanto dall'alluvione.

Il postpliocene perciò si trova ben raramente sulla spianata ed è invece più abbondante addossato alle arenarie, nel contorno esteriore di esse verso il mare, dove è al solito sabbioso e ghiaioso in strati distinti e pendenti a sud-ovest verso il mare stesso. Solo a S. O. di Gallina nell'altipiano medesimo trovansi delle sabbie calcaree in strati quasi orizzontali, ricchissimi di fossili scoperti dal Mantovani ed accuratamente studiati dal Seguenza, che ritengo appartengano alla parte inferiore del Postpliocene.

Il Seguenza però li attribuisce all'Astiano. Egli vi descrive 895 specie di cui 585 viventi e 310 non ancora note viventi, fra le quali 113 nuove; sono cioè 206 Lamellibranchi (52, fra cui 20 nuovi, non viventi), 16 Pteropodi (5 tutti nuovi non viventi), 17 Solenoconchi (7, fra cui 2 nuovi, non viventi), 426 Gasteropodi (141, fra cui 62 nuovi, non viventi), 15 Brachiopodi (8, fra cui 1 nuovo, non viventi), 27 Ostracodi (15, fra cui 10 nuovi, non viventi), 12 Cirripedi (5 non viventi), 10 Anellidi (3, fra cui 2 nuovi, non viventi), 72 Briozoari (30, di cui 4 nuovi, non viventi), 7 Echinidi (3 fossili), 23 Antozoari (di cui 15 non viventi), 64 Rizopodi (26, di cui 7 nuovi, non viventi). (1880, p. 247 e seg.).

Riporterò soltanto le seguenti specie non ancora trovate viventi.

Philine reticulum Seg.
P. involvens Seg.
Scaphander Jeffreysi Seg.
S. inaequisculptus Seg.
Haminea varicosa Ponzi
Bulla grandis Seg.
B. cylindracea Seg.
Actaeon foveolatus Seg.
Tornatina spirata Brocc.
Cylichna subapennina D'Anc.
C. convoluta Broc.
C. volvulaeformis Seg.
Trivia gibba Seg.
T. affinis Duj.
Marginella ovulaeformis Seg.
Ringicula buccinea Broc.
R. biplicata Seg.
Mitra striatula Broc. giovane
M. fusiformis Broc. giovane
M. obsoleta Broc.
M. cupressina Broc.
Conus striatulus Broc.
C. pyrula Broc.
Surcula nodulifera Phil.
S. dimidiata Broc. minor
Drillia sygmoidea Bronn. maior
D. pumila Seg.
D. galerita Phil.
D. modiola Jan.
D. crispa Seg.
D. consanguinea Seg.
Lachesis costulata Seg.
Clinura Gallinae Seg.
C. tenuisculpta Seg.
Pseudotoma brevis Bell.
Aphanitoma Bellardii Seg.
A. Philippii Seg.
Homotoma zanclea Seg.
H. textilis Broc.
H. stria Calc.
H. cincta Seg.
H. multicingula Seg.
Daphnella Romanii Lib.
Mangelia tenuicostata Seg.
Raphitoma echinata Seg.
R. hispidula Jan.
R. nevropleura Brugn.
R. megastoma Brugn.
R. submarginata Bon.
R. sulcatula Bon.
R. harpula Broc.
R. Columnae Scac.

Columbella semicostata Cant.
C. elegans Seg.
C. turgidula Bell. var.
C. semicaudata Bon. var.
C. Borsonii Bell.
C. subulata Broc.
C. Bellardii Seg.
Nassa obliquata Broc.
N. italica Mayer
N. turbinelloides Seg.
N. musiva Broc.
N. asperata Cocc.
N. pusilla Phil.
N. conica Seg.
N. pumila Seg.
Cassidaria tenuicincta Seg.
Pollia plicata Broc.
P. fusulus Brocc.
Trophon squamulatus Brocc.
Fusus longiroster Brocc.
Murex scalaris Brocc.
M. cristatus Broc.
M. Hoernesii D'Anc.
M. rudis Bors.
M. torularius Lck.
Triton apenninicum Sasso
Fasciolaria fimbriata Broc.
Clavella filosa Seg.
Cerithium varicosum Broc.
Cerithiolum spina Partsch
Cancellaria Brocchii Crosse minor
Solarium semisquamosum Bronn
S. contextum Seg.
S. Gallinae Seg.
Natica pliocenica Seg.
N. pseudo-epiglottina Sism.
Eulima conica Seg.
E. fusiformis Seg.
Turbonilla varicosa Dod.
T. magnifica Seg.
T. obliqueplicata Seg.
T. scalariformis Seg.
T. brevis Seg.
Odostomia Sismondae Seg.
O. thiara Seg.
Pyramidella plicosa Bronn
Aclis umbilicaris Seg.
A. bicincta Seg.
Scalaria pseudoscalaris Broc.
S. venusta Lib.
S. salicensis Seg.
S. Coccoi Seg.
S. Bombicciana Cocc.
S. longissima Seg.
S. corrugata Broc.
S. sublamellosa Seg.
S. Bronnii Seg.
S. Mantovani Seg.
Turritella subangulata Broc.
T. striatissima Dod.
T. tornata Broc.
T. vermicularis Broc.
Vermetus intortus Lck. minor
Rissoina decussata Mtg.
R. pusilla Broc.
Cingula obtusispira Seg.
Alvaria Lachesis Bast.
A. diadema Dod.
A. reticulato-punctata Seg.
Littorina peregrina Seg.
Phasianema cinctum Seg.
Turbo granulatus Seg.
Trochus patulus Broc.
T. laevissimus Seg.
T. solarioides Seg.
T. peregrinus Lib.
T. distinctus Seg.
T. Cocchii D'Anc.
T. marginatus Seg.
T. Sayanus Seg.
T. parvulus Phil.
Cyclostrema lucidum Seg.
Scissurella eximia Seg.
S. tenuisculpta Seg.
Rimula capuliformis Pecch.
Crepiemarginula reticulata Seg
Emarginula clathrataeformis Eich.
Chiton miocenicus Mich.

C. altavillensis Seg.
Dentaliun Passerinianum Cocc.
D. polyedrum Seg.
D. laevigatum Ponzi
D. irregulare Seg.
Siphonodentalium triquetrum Broc.
Cadulus cyathus Christ. et Jan.
C. ovulum Phil.
Hyalaea Scillae Seg.
Balantium acutissimum Seg.
Cuvieria striolata Seg.
Spirialis globulosa Seg.
Embolus bellerophina Seg.
Petricola subcarinata Seg.
Sphenia carinata Seg,
Neaera crispata Scac.
N. tenuilamella Seg.
N. Philippii Seg.
Syndosmia similis Phil.
Tellina ovata Brocc.
Venus messanensis Seg.
Circe solida Brugn.
Crassatella parva Seg.
Verticordia arenosa Rayn.
Chama dissimilis Bronn.
Cardita crassicosta Lck.
C. intermedia Brocc.
C. revoluta Seg.
C. Partschii Goldf.
Cardium lunulatum Seg.
C. hirsutum Bronn.
C. fragile Brocc.
C. multicostatum Brocc.
Axinus rostratus Pecch.
Lucina circularis Seg.
Arca pectinata Brocc. minor
A. aspera Phil.
A. altavillensis Seg.
Limopsis Aradasii Testa minor
L. Reinvartii Cant.
L. anomala Eich.
Nucinella ovalis S. Wood.
Nucula placentina Lck
N. umbonata Seg.
N. confusa Seg.
N. inflata Seg.
N. glabra Phil.
Leda Hoernesii Bell.
Lembulus concavus Bronn
L. Nicotrae Seg.
Malletia Bellardii Seg.
Tindaria solida Seg.
Mytilus oblitus Mich.
Pecten scabrellus Lck.
P. flabelliformis Brocc.
P. difformis Seg.
Hinnites laeviusculus Phil.
H. crispus Brocc.
Plicatula mytilina Phil.
Ostrea platicardinis Seg.
O. tenuiplicata Seg.
O. lamellosa Brocc.
O. laticardinis Seg.
Anomia costata Brocc.
A. striata Brocc.
Terebratula Scillae Seg.
T. Regnolii Mgh.
Waldheimia euthyra Phil.
W. Davidsoniana Seg.
Terebratulina granoso-radiatà Seg.
Terebratella septata Phil.
Megerlia eusticta Phil.
Rhynconella bipartita Brocc.
Pontocypris dactylus Egg.
P. lucida Reuss
Cythere punctata Reuss
C. cicatricosa Reuss
C. humilis Seg.
C. avirostris Seg.
C. sororcula Seg. var. *obliterata* et var. *minor* Seg.
Cytheridea foveolata Seg.
C. punctato-compressa Seg.
C. minima Seg.
Loxoconcha fabacea Seg.
L. legumen Seg.

L. maculato-punctata Seg.
Xestoleberis angustata Terq.
Cytherella compressa Münst.
Balanus scutorum Seg.
B. stellaris Brocc.
Acasta muricata Seg.
Verruca zanclea Seg.
V. crebricosta Seg.
Spirorbis plicatus Seg.
Ditrupa incurva Ren.
Vermilia perforata Seg.
Salicornaria mammillata Seg.
Scrupocellaria elliptica Reuss
Membranipora annulus Manz.
M. papiracea Reuss
Lepralia decorata Reuss
L. strenuis Manz.
L. surgens Manz.
L. planata Manz.
L. schizogaster Reuss
L. Morrisiana Busk
L. venusta Eich.
L. obvia Manz.
L. coronata Seg.
Eschara monilifera Edw.
E. undulata Reuss
E. coscinophora Reuss var. *pliocenica* Seg.
E. columnaris Manz.
Crisia Edwardii Reuss
C. Hoernesii Reuss
Idmonea pertusa Reuss
I. bacillaris Seg.
Hornera striata Ed.
H. hyppolithus Def.
H. concatenata Reuss
Filisparsa varians Reuss
Entalophora anomala Reuss
Pustulopora subverticillata Busk
P. rugosa D'Orb.
P. proboscina Manz.
Ceriopora globulus Reuss
Cidaris Desmoulinsii Sism.
C. Münsteri Sism.
Dorocidaris asperrima Seg.
Ceratocyathus communis Seg.
C. polymorphus Seg.
Stephanocyathus elegans Seg.
Flabellum siciliense Ed. et H.
F. extensum Mich. var. *pliocenica* Seg.
F. Michelini Ed. et H.
F. laciniatum Phil.
Conotrochus typus Seg.
Lophoelia Defrancei Ed. et H.
Cladocora Prevostana Ed. et H.
Balanophyllia irregularis Seg.
B. compressa Seg.
B. circularis Seg.
B. caryophylloides Seg.
Enallopsamnia Scillae Seg.
Lagena sulcata Seg.
Fissurina latistoma Seg.
Dentalina ovularis Costa
Amphistegina Hauerina D'Orb.
Polymorphina amygdaloides Terq.
P. compressa D'Orb.
P. communis D'Orb.
Bulimina imperatrix Karr.
**B. prunella* Costa
Pulvinulina Partschiana D'Orb.
Globigerina regularis D'Orb.
G. triloba Reuss
G. Aradasii Seg.
G. gomitulus Seg.
Anomalina polymorpha Costa
Chilostomella cylindrica Reuss
Haplostiche compressa Seg.
Clavulina irregularis Costa
C. cylindrica Hantk.
Plecanium pala Cziz.
P. tuberiforme Seg.
P. irregulare Seg.
P. Mariae D'Orb.
Biloculina contraria D'Orb.
B. amphiconica Reuss
Spiroloculina excavata D'Orb.

Sopra gli anzidetti strati nel medesimo piano di Gallina trovansi sabbie più recenti nelle quali il Seguenza (1880, p. 350 e seg.) indica.

Patella coerulea L.
Pecten multistriatus Poli
P. opercularis L.
P. pes-felis L.
P. pes-lutrae L.
P. inflexus Poli
Anomia ephippium L.
* *A. striata* Brocc.
Terebratula vitrea Born.
T. minor Phil.
* *Waldheimia cranium* Müll. Vive nel Nord.
Filigrana implexa Berk.
Salicornaria farciminoides Johnst.
Myriozoon truncatum Pall.
Membranipora angulosa Reuss
* *M. andegavensis* Mich.
Lepralia coccinea Johnst.
Eschara foliacea Lck.
E. cervicornis Pall.
Retepora cellulosa L.
Hornera frondiculata Lam.
* *H. striata* Ed.
* *H. hyppolitus* Defr.
Dorocidaris papillata Lesk.
Strongylocentrotus lividus Lck.

Nelle sabbie sciolte più recenti, circostanti all'altipiano, trovansi pure abbondanti fossili. A Bovetto il Seguenza (1880, p. 350 e seg.) indica una lunga serie di fossili, notevoli, perchè fra le altre specie se ne trovano varie che oggi vivono solo in mari più caldi. Sono 416 specie, di cui 128 Gasteropodi, 4 Solenoconchi, 4 Pteropodi, 107 Lamellibranchi, 3 Brachiopodi, 24 Ostracodi, 3 Cirripedi, 9 Anellidi, 72 Briozoari, 1 Echinoderma, 81 Foraminiferi. Riporterò pell' intero solo i Foraminiferi, indicando delle altre Classi le specie non ancora trovate nel Mediterraneo. Un S indica le specie proprie di mari meridionali.

* *Actaeon bovetensis* Seg.
S. *Tornatina Knocheri* Smith. Vive sulle coste occidentali d'Africa
* *Cylichna obesiuscula* Brugn.
* *Cyphoma bovetensis* Seg.
* *Mitra scrobiculata* Brocc. minor
S. *Conus testudinarius* Mart. Vive alle isole del Capo Verde
* *C. subventricosus* Seg.
* *C. rheginus* Seg.
* *Raphitoma Columnae* Scacc.
* *Strombus mediterraneus* Duc. (*S. coronatus* Def. var. Seg.)
S. *Natica orientalis* Gmel. var. Vive alle Indie
S. *N. porcellana* D' Orb. Vive alle Canarie
* *Odostomia confusa* Seg.
S. *Hyalaea quadridentata* Les. Fossile nel Pliocene. Vive alle Indie occidentali
S. *Loripes Smithii* Seg. Vive all'isola Lancerota nelle Canarie
* *Arca* cfr. *diluvii* Lck.
* *Bairdia reniformis* Seg.
* *Cythere subaequalis* Seg.
* *C. Edwardsii* Roem.
* *C. rugosa* Seg.
* *Xestoleberis pustulosa* Seg.
* *Cytherura inversa* Seg.
* *Cytheropteron bovetensis* Seg.
* *Cytherella calabra* Seg.
* *Membranipora aperta* Busk
* *Lepralia unicornis* Johnst.
* *L. Edwardsiana* Busk
* *L. bicornis* Busk
* *L. thiara* Seg.
* *Eschara undulata* Reuss
* *E. monilifera* Ed.
* *Filisparsa varians* Reuss
* *Cupularia canariensis* Busk
* *Pustulopora palmata* Busk
* *Diastopora simplex* Busk

Foraminiferi

Lagena globosa Walk.

L. vulgaris Will.
* *L. clavato-punctata* Seg.
L. striata D'Orb.
L. filicosta Reuss
L. sulcata Seg.
S. *L. crenata* Park. et Jon. Fossile nel Miocene, vivente in Australia.
L. apiculata Reuss
* *L. Lyellii* Seg.
L. melo D'Orb.
* *L. geometrica* Reuss
L. scalariformis Will.
* *L. favosa* Reuss
L. reticulata Macg.
L. marginata Walk.
Nodosaria raphanistrum L.
N. longicauda D'Orb.
Lingulina carinata D'Orb.
Dentalina guttifera D'Orb.
D. pauperata D'Orb.
* *D. urnula* D'Orb.
Nonionina labradorica D'Orb.
Polystomella crispa L.
P. Fichtelliana D'Orb.
P. striato-punctata Ficht. et Moll
* *Amphistegina Hauerina* D'Orb. Seguenza la crede proveniente dal pliocene.
Marginulina raphanus D'Orb.
Cristellaria crepidula Ficht. et Moll
Robulina cultrata D'Orb.
R. rotulata Lck.
R. vortex Ficht. et Moll
Polymorphina lactea Walch. et Jac.
P. communis D'Orb.
P. problema D'Orb.
P. compressa D'Orb.
Bulimina marginata D'Orb.
B. aculeata D'Orb.
B. ovata D'Orb.
* *B. mutabilis* Costa
* *B. tenera* Reuss
B. pyrula D'Orb.
* *B. prunella* Costa
Sphoeroidina bulloides D'Orb.
* *Pulvinulina Partschiana* D'Orb.
P. Karsteni Reuss
P. Micheliniana D'Orb.
P. repanda Ficht. et Moll
P. Menardii D'Orb.
P. auricula Ficht. et Moll
Rotalia Beccarii L.
R. ammoniformis D'Orb.
Orbulina universa D'Orb.
Globigerina bulloides D'Orb.
* *G. Aradasii* Seg.
* *G. gomitulus* Seg.
* *G. ovoidea* Seg.
Discorbina globularis D'Orb.
Truncatulina lobatula D'Orb.
T. Dutemplei D'Orb.
T. Ungeriana D'Orb.
* *T. helicina* Costa
Plecanium sagittula Def.
P. agglutinans D'Orb.
P. trochus D'Orb.
P. gibbosum D'Orb.
* *P. concavum* Karr. var. *italicum* Seg.
Biloculina bulloides D'Orb.
B. elongata D'Orb.
* *B. tubulosa* Costa
Spiroloculina limbata D'Orb.
Triloculina tricarinata D'Orb.
T. trigonula D'Orb.
T. oblonga Mtg.
Quinqueloculina triangularis D'Orb.
Q. inflata D'Orb.
Q. irregularis D'Orb.
Q. Ferussacii D'Orb.
Q. Brongniartii Payr.
Q. elegans D'Orb.
Q. costata D'Orb.
Q. pulchella D'Orb.

Alla Ravagnese nelle pendici circostanti a Gallina il Seguenza (loc. cit.) ricorda le seguenti specie:

Cylichna nitidula Lovén
C. umbilicata Mtg.

S. *Conus testudinarius* Mart.
* *C. subventricosus* Seg.
* *C. rheginus* Seg.
* *C. Mantovani* Seg.
Clathurella gracilis Mtg.
Raphitoma costulata Blainv.
Nassa neritea L.
N. Cuvieri Payr.
N. mutabilis L.
S. *Cassis undulata* L.
Murex brandaris L.
M. trunculus L.
S. *Triton ficoides* Reeve
Bufonaria scrobiculator L.
Purpura hemastoma L.
Cerithium vulgatum Brug.
C. rupestre Risso
Cerithiolum scabrum Ol.
* *Strombus coronatus* Def. var.
Cancellaria cancellata L.
Natica millepunctata Lck.
N. flammulata Req.
N. Guillemini Payr.
S. *N. orientalis* Gmel. var.
S. *N. porcellana* D'Orb.
Neritina viridis L.
Turritella communis Risso
Cingula obtusa Cant.
Trochus conulus L.
T. varius L.
T. Richardii Payr.
Calyptraea chinensis L.
Patella coerulea L.
Dentalium dentalis L.
D. novem-costatum Lck.
Corbula gibba Ol.
Solecurtus antiquatus Pult.
Syndosmia alba Wood
Mactra subtruncata Da C.
Ervilia castanea Mtg.
Donax polita Poli
D. semistriata Poli
Psammobia vespertina Chemn.
Tellina compressa Brocc.
T. donacina L.
T. distorta Poli
Venus gallina L.
V. ovata Penn.
V. mediterranea Tib.
Dosinia lupinus Poli
Cytherea Chione L.
Circe minima Mtg.
Chama gryphoides L.
Cardium echinatum L.
C. paucicostatum Sow.
C. tuberculatum L.
C. papillosum Poli
C. fasciatum Mtg.
C. roseum Lck.
C. minimum Phil.
C. norvegicum Speng.
Lucina reticulata Poli
Loripes lacteus L.
L. fragilis Phil.
L. divaricatus L.
S. *L. Smithii* Seg.
Arca pulchella Reeve
Pectunculus bimaculatus Poli
P. violacescens Lck.
Leda pella L.
Mytilus galloprovincialis Lck.
Pecten commutatus Mtrs.
P. Jacobaeus L.
Spondylus gaederopus L.
Ostrea edulis L.
O. cochlear Poli
Bairdia subdeltoidea Münst.
Chtalamus stellatus Phil.
Verruca stromia Müll.
Spirorbis cornu-arietis Grube
Ditrupa subulata Desh.
Vermilia elongata Phil.
Salicornaria farciminoides John.
Membranipora angulosa Reuss
M. lineata L.
Lepralia ansata Johnst.
L. violacea Johnst.
L. reticulata Macg.

L. cupulata Manz.
Celleporaria tubigera Busk
Eschara lichenoides Lck.
E. cervicornis Pall.
E. verrucosa Peach.
Retepora cellulosa L.
Hornera frondiculata Lam.
Tubulipora flabellaris Fabr.
Discoporella hispida Flem.
Frondipora reticulata Blainv.
Dorocidaris papillata Lesk.
Cladocora caespitosa Ed. et H.

Alla Ravagnese pure furono raccolte ossa e vertebre, forse di Balenottera, una delle quali fu dal sig. De Marco donata all'Istituto tecnico di Reggio. Il Mantovani (1878, p. 12) la ritiene una vertebra lombare e dice che ha un diametro orizzontale di 0, 170 e verticale di 0, 150.

Nei monti che sono a settentrione di Gallina, quindi a levante di Reggio, le sabbie giallastre sciolte del postpliocene, colle quali sono rarissime sabbie argillose ed abbondanti ghiaiette di schisti cristallini, formano colline sterili e sabbiose, fra la spiaggia ed i colli più alti pliocenici, elevate forse un 380 metri nel Monte di Botte a levante di Reggio, ed altrettanto nel nudo monte di Pentimele. Il terreno alluvionale le ricopre al solito qua e là. Gli strati loro poi sono addossati con discordanza notevole sulle stratificazioni plioceniche nelle contrade più elevate e sopra quelle del miocene superiore in basso presso il fondo dei torrenti, come a Vito nel Monte di Pentimele ed alle Carrubbare presso Reggio: essi sono notevolmente inclinati verso il mare a sud-ovest o ad ovest. Evidentemente lo Stretto, il quale divide l'Aspromonte dalla Sicilia, è esistito da grandissimo tempo dirimpetto alle colline postplioceniche ora descritte. Sugli strati pliocenici e miocenici corrosi dal mare si formavano presso la spiaggia le sabbie postplioceniche, le quali poi venivano alzate dal sollevamento, mentre l'erosione continuava in altri luoghi a tenere larga e profonda la spiaggia. Molti fossili si raccolgono in quelle sabbie, presso gli Archi, sotto Vito, a Botte, alle Carrubbare luogo indicato pure da Scilla, a Prumo e sotto Pavigliana lungo il Calopinace, ed altrove.

A Pavigliana il Seguenza, (1880, p. 350 e seg.) indicò:

Pecten multistriatus Poli
P. opercularis L.
P. pes lutrae L.
P. Iacobaeus L.
**Anomia orbiculata* Brocc.

Parecchi fossili dello stesso piano sono indicati dal Waters (1877) a Prumo (da lui detto Pruma) sotto Nasiti, poco più a valle di Pavigliana sulla destra del Calopinace. Eccone la nota cui ho aggiunto le poche citazioni fatte dallo stesso autore in altri scritti.

Hornera striata M. E.
H. frondiculata Lamx (1878)
Idmonea insidens Manz.
I. triforis Hell.
Lepralia verrucosa Esper (1879)
Cellaria fistulosa L. (*Salicornaria farciminoides* Johnston)
Discoporella mediterranea Blain.
Stephanocyathus zancleus Seg.
Ceratocyathus communis Seg.
Terebratula minor Phil.
Megerlia (*Argiope*) *truncata* L.
Pecten opercularis L.
P. flexuosus Poli (*P. polymorphus* Bronn, Phil.).
Arca tetragona Poli
A. Noae L.
Pectunculus pilosus L. (*P. glycimeris* L.)

Loripes divaricatus L.

Woodia digitaria L. (*Lucina digitalis* Phil.)

Astarte sulcata Da C.

A. bipartita Phil(. *Lucina bipartita* Phil.)

Cardita corbis Phil.

Alvania (*Rissoa*) *scabra* Phil.

A. Testae Aradas (*Rissoa abyssicola* Forbes)

Cerithium scabrum Ol. (*C. reticulatum*)

Bela (*Pleurotoma*) *septangularis* Mtg.

Mangelia (*Pleurotoma*) *Bertrandi* Payr.

Cylichna Jeffreysi Weink. (*Bulla ovulata* non Broc.)

Poche centinaia di metri a levante di Reggio nella contrada Condora (Seguenza, *Stud. for. plioc.* 1873) sotto circa 40 metri di sabbie, in uno strato argilloso, alla profondità di 12 a 15 metri furono trovate dall' ingegnere G. Costantino gli avanzi di un grande mammifero di cui pare esistesse lo scheletro intero. Il cattivo stato di conservazione permise soltanto lo studio dei denti della mascella superiore, ed il Seguenza che ne fece soggetto di una comunicazione nella riunione della Società italiana di scienze naturali, in Catania, nel 1869, riconobbe trattarsi di un elefante che « non può riferirsi all'*Elephas antiquus* sebbene si avvicini assai, ma piuttosto all' *E. armeniacus* Falc. » (Atti Soc. it. XII, 1869). Il Ponzi espresse questa medesima opinione. In posto erano le difese « lunghe tre metri ». Nelle solite sabbie, sottostanti all'alluvione, allo Spirito Santo, lontano meno d'un chilometro da Reggio furono raccolte parecchie vertebre di un grosso mammifero, le quali dal professor D. Carbone Grio vennero donate al Museo dell' Istituto tecnico di Reggio (V. Mantovani, 1878, p. 11). Mi fu detto poi, se non erro dal prof. Mantovani, che a pochi passi di là venne trovato un corno creduto di *Cervus elaphus* che divenne proprietà del tenente colonnello Castelli.

Alle Carrubbare pochi passi da Prumo sono abbondantissimi i fossili quali stanno con altri accumulati in quantità straordinaria in uno strato alto 5 o 6 metri, insieme con minutissime ghiaiette per lo più quarzose, derivate evidentemente dalle rocce cristalline dei monti circostanti. I frammenti delle conchiglie, le ghiaiette, le nullipore, i numerosissimi briozoi incrostanti mostrano che quei fossili si accumulavano presso un litorale smosso dalle ondate del mare. Questo giacimento ha pure un' importanza storica giacchè Scilla trasse dal medesimo gran parte dei fossili calabresi (tav. XX e XVI, 1670, 1759) che egli ha figurati nella sua opera, una delle prime che apparisse su tal genere di studî. Vi hanno poi raccolto fossili, e il Philippi ed il Seguenza. Io vi ho ritrovato le specie seguenti in una gita che vi feci col prof. Mantovani. Indico al solito con * le specie già notate dal Philippi, dal Seguenza e dal Manzoni.

Lithothamnium vesiculosum L.

Melobesia sp.

**Cellaria fistulosa* L. Fossile nel miocene dell'Austro-Ungheria, in qualche luogo nel pliocene, e vivente nei mari europei.

**Membranipora Dumerilii* Audoin (= *M. Flemingii* Busk). Pliocene di Castrocaro; Mediterraneo e Atlantico.

**M. antiqua* Busk = (*M. angulosa* (Reuss) Manzoni, Waters). Risponde alla forma pliocenica descritta dal Manzoni e mi pare alquanto diversa dalla *M. angulosa* Reuss, perciò non le ho serbato il nome di questo autore. Potrebbe darsi però che eziandio

la tipica *M. antiqua* Busk di Madera fosse alquanto diversa. Ad ogni modo la forma di cui ora parlo è fossile certamente a Castrocaro, Castellarquato, Orciano, Valle biaia, S. Frediano nel pliocene, a Bruccoli nel postpliocene; vive nel Mediterraneo e, se è identica al tipo di Busk, anche a Madera e nella Florida.

**M. trichopora* Busk = *M. irregularis* (D'Orb.). Manzoni, *Brioz. Castrocaro.* La mia forma è identica a quella pliocenica di Castrocaro che Manzoni rimase incerto se riunire alla *M. irregularis* dei mari d'America, o piuttosto alla *M. tricophora* di Madera.

Steganoporella impressa Moll. Oligocene, miocene, pliocene e Mediterraneo.

**Micropora bidens* von Hagenow. Creta, miocene, pliocene e mari europei. Molte volte l'apertura inferiormente è retta invece di essere alquanto curva, ovvero è doppia come nella *M. formosa* Reuss. Questo carattere si vede nella fig. 8, tav. VIII, del lavoro sulle *Formazioni terziarie in Reggio Calabria* di Seguenza (Atti dei Lincei, vol. VI) ma credo derivi semplicemente da rottura, chè in taluni individui non si vede.

**Mucronella* (*Lepralia* auct.) *coccinea* Abildgaard. Manzoni e Reuss figurarono con varî nomi questa specie. La maggior parte de'miei individui risponde a quelli che il Manzoni figurò come *Lepralia pteropora* Reuss (*Brioz. plioc. it. cont.* 3ª, t. I, f. 3.), che poi riconobbe appartenenti alla *L. coccinea* e che provenivano appunto dalle Carrubbare, dal Pezzo e Cannitello, salvo che i margini delle cellule sono porosi come quelli della *L. coccinea* figurata da Reuss (*Bryoz. Oest. Ung. Mioc.* taf. VI, fig. 11). Hincks riunisce a questa forma quasi con certezza anche la *Lepralia peregrina* Manzoni e dice che eziandio la *L. fulgurans* Manzoni gli sembra nulla più che una varietà.

Questa specie è fossile nell'eocene superiore di Crosara e Val di Lonte, nel miocene dell'Ungheria, nel pliocene di Castrocaro, nel quaternario di Sicilia e di Calabria, ed è vivente nei mari europei.

**Cribrillina radiata* Moll. = *Lepralia innominata* Couch. et auctorum, = *L. scripta* Reuss et auct. = *L. raricostata* Reuss etc. Hincks (*Brit. mar. Polyz.* p. 185) crede che probabilmente si debba unire a questa specie anche la *L. cribrillina* Manzoni. La nostra forma risponde per lo più molto bene a quella che il Reuss indicò come *L. scripta*, come pure alla *L. scripta* (Reuss) Manzoni (*Br. plioc. it. Cont.* III, t. 1, fig. 1, 2) ed alla *L. innominata* (Couch.) Manzoni (loc. cit. Cont. I, t. II, f. 13 e *Brioz. Castrocaro* p. 12, tav. VII, f. 85); meno bene risponde alla *L. scripta* (Reuss) Manzoni (Brioz. Castrocaro p. 18, tav. II, fig. 25). Evidentemente la *L. scripta* è una semplice varietà della *L. innominata* nella quale varietà mai esistono i pori sottobuccali. Questi pori che esistono quasi sempre nella forma vivente, non si trovano mai nella forma miocenica, e fu per ciò che nel cap. XIII tenni distinta la *L. scripta*, mentre in questo capitolo, trattando della fauna postpliocenica, la possiamo ben ritenere sinonimo della *L. innominata*.

Fossile nel Miocene (*L. scripta*) dell'Austro-Ungheria, nel pliocene a Castrocaro, Castellarquato e nel Crag, nel quaternario, e vivente nei mari europei e della Florida.

**Chorizopora Brongniartii* Audoin. Pliocene di Castrocaro, di Volterra, e nel Crag: vivente nei mari europei.

Microporella (*Lepralia* auct.) *schizogaster* Reuss. Miocene, Austro-Ungheria: Pliocene, Castrocaro.

**M. ciliata* Pallas. Alcuni individui rispondono esattamente alla forma del quaternario di Livorno figurata dal Manzoni (*Brioz. plioc. it.* Cont. 2ª t. II, f. 10) col nome di *Lepralia utriculus* e poi da lui riconosciuta sinonima della *Lepralia ciliata* Pallas: altri individui rispondono alla figura 14 (*Brioz. plioc. it.* Cont. III) dello stesso Manzoni fatta sopra individui di presso Reggio-Calabria, la quale forma è pure da lui riguardata come varietà della *L. ciliata*.

Miocene dell'Austro-Ungheria, pliocene, quaternario, e vivente nei mari europei.

(*Lepràlia* auct.) *disjuncta* Manzoni. Pliocene di Castrocaro.

(*Lepralia* auct.) *Watersi* sp. n. = *Lepralia cucullata* (non Busk?) Manzoni *Brioz. di Castrocaro* p. 31, tav. IV, p. 47. La mia forma è identica a quella pliocenica di Castrocaro figurata dal Manzoni, ma, vista pure la sua costanza, a me sembra diversa dalla vera *L. cucullata* Busk vivente per la forma rigonfia delle cellule che sono anche sempre alquanto isolate superiormente ciò che solo talvolta accade nella *L. cucullata*, e per la forma perfettamente rotonda dell'apertura.

(*Lepralia* auctorum) *decorata* Busk. Miocene di Eisenstadt; pliocene di Castrocaro, Parlascio, S. Regolo.

**Schizoporella* (*Lepralia* auct.) *reticulata* Busk. Pliocene di Castrocaro; mare Mediterraneo.

**S. unicornis* Johnston typus, var. *ansata* Johnston et var. *porosa* Reuss. Miocene, Pliocene, Quaternario e Atlantico.

**Lepralia* (*Eschara* auct.) *foliacea* Ellis e Solander. Siccome il genere *Lepralia* comprende le specie che gli autori in addietro riunivano alle *Escharae*, e siccome gli autori passati davano il nome di *Lepralia* alle specie più disparate, così ho seguito Hincks chiamando *Lepralia* le *Escharae* auct. e dividendo le antiche *Lepraliae* in varie sezioni. Questa specie si trova nel pliocene di Castrocaro, nel postpliocene in più luoghi, e vive nei mari europei.

**L.* (*Eschara*) *lichenoides* Lamarck. Vive nel Mediterraneo.

L. (*Eschara*) *polystomella* Reuss = *Eschara lichenoides* non Lck. Manzoni (*Brioz. Castrocaro* p. 37, tav. V, f. 64. Miocene dell'Austro-Ungheria, pliocene di Castrocaro.

**Porella* (*Eschara*) *cervicornis* Pallas. Fossile nel Quaternario e vivente nel Mediterraneo. La *Eschara cervicornis* di Busk e di altri è specie differente propria dell'Atlantico settentrionale.

**Cellepora ramulosa* (non L.) Manzoni (*Brioz. foss. it. cont.* 4ª p. 12, tav. V. p. 29, tav. VI, p. 30; *Brioz. Castrocaro* p. 35, tav. V, f. 92). Hincks (loc. cit. p. 401) osserva che la forma descritta dal Manzoni cui risponde la nostra, non è la specie di Linneo. Essa ad ogni modo è fossile nel pliocene di Castrocaro e nel quaternario.

**C. coronopus* S. Wood = *C. tubigera* non Busk, Manzoni (*Brioz. foss. it. cont.* 4ª p. 14, tav. IV, p. 25; *Brioz. Castrocaro* p. 34, tav. V, f. 60). Hincks dubita che la *C. tubigera* del Manzoni non risponda a quella del Busk, e questo pare anche a me, paragonando le descrizioni e le figure. Waters (*Brioz. of Naples* p. 192) crede che la forma del Manzoni si possa riunire alla *C. coronopus*, ed io lo seguito

lasciando a lui la responsabilità di tale riunione. Ad ogni modo la nostra forma è fossile nel pliocene di Castrocaro e forse nel Crag, nel postpliocene, e vive probabilmente almeno nel Mediterraneo. Io la conosco pure nel pliocene di Larniano presso Siena.

Retepora cellulosa L. Questa specie, non facile a distinguersi da quelle affini, vive nel Mediterraneo, non nell'Atlantico settentrionale, e si trova fossile nel postpliocene. Le citazioni fatte entro terreni più antichi non sono sempre esatte, perciò mi risparmio di riportarle.

**Myriozoon truncatum* Pallas. Da non confondersi col *M. punctatum* Phil. Miocene di monte Titano; pliocene di Castrocaro, S. Frediano, Parlascio; postpliocene; vivente nel Mediterraneo.

Idmonea serpens L. Pliocene di Castrocaro, postpliocene, e vivente nei mari europei. Comune assai.

**Hornera frondiculata* Lamx. Miocene dell'Austro-Ungheria; pliocene di Castrocaro e della Calabria; postpliocene; vivente nel Mediterraneo.

**Pustulopora proboscidea* M. Ed. Fossile nel postpliocene a Bruccoli; vivente nel Mediterraneo e nell'Atlantico.

**Caryophillia clavus* Schacchi
Serpula porrecta L.
**Vermilia infundibulum* Phil.
V. triquetra Lck.
**Ditrupa incurva* Ren.
Anomia aculeata Mtg.
**A. ephippium* L.
**A. patelliformis* L.
**Ostrea edulis* L.
**Pecten scabrellus* Lck. var. *Philippii* Réc.
**P. opercularis* L.,
**P. tigrinus* Müll. (Specie nordica)
**P. Testae* Biv.
**P. vitreus* Chem.
**Pinna nobilis* L.
Limea elliptica Jeffr.
**Mytilus edulis* L. var. *galloprovincialis* Lck.
**Nucula nucleus* L.
**Leda commutata* Phil.
**Limopsis pygmaea* Phil.
**Pectunculus pilosus* L. (*P. glycimeris* Seg.)
**P. violacescens* Lck.
**Arca tetragona* Poli
**A. Noae* L.
**A. barbata* L.
**A. lactea* L.
**A. pectunculoides* Scacchi
**Loripes leucoma* Turton
**Lucina borealis* L.
**Woodia digitaria* L.
**Diplodonta rotundata* Mtg. (*D. lupinus* Broc. Seg.)
**Cardium echinatum* L.
**C. fasciatum* Mtg.
**C. minimum* Phil.
**C. oblongum* Chem.
**Astarte fusca* Poli
**Circe minima* Mtg.
**Venus casina* L.
**V. verrucosa* L.
**V. Brongniarti* Payr. (*V. fasciata* Don. Seg.)
**V. ovata* Penn.
**Cytherea rudis* Poli
**C. chione* L.
**Artemis exoleta* L.
**A. lincta* Pult.
**Tapes edulis* Chem.
T. floridus Lck.
**Psammobia ferroensis* Chemn.
**Donax venustus* Poli

**Ervilia castanea* Mtg. (*Erycina pusilla* Phil.)

**Mactra subtruncata* Da Costa

Lutraria oblonga Chemn.

Syndosmia ovata Phil.

Solecurtus strigilatus L.

Solen ensis L.

**Pandora inaequivalvis* L.

**Thracia papyracea* Poli (*T. phaseolina* Lck. Phil.)

**Corbula gibba* Ol.

**Saxicava arctica* L.

**Xylophaga dorsalis* Turt.

**Fissurella costaria* Bast.

**Capulus hungaricus* L.

**Calyptraea chinensis* L.

Crepidula cochlearis Bast.

**Throchus magus* L.

**T. conulus* L.

T. exiguus Pult.

**T. millegranus* Phil.

**T. Montacuti* W. Wood.

**Turbo rugosus* L.

**Phasianella pulla* L.

**Rissoa similis* Scac.

**Alvania Montagui* Payr.

**A. cimicoides* Forbes var. *sculpta* Phil. L'*A. acinus* Brocchi è un poco più grande ed ha meno numerose le coste longitudinali e le strie trasversali.

**Cingula semistriata* Mtg.

**Vermetus triqueter* Biv.

V. rugulosus Mtrs.

**Turritella vermicularis* Broc. (*T. triplicata* non Br. Seg.)

**Natica millepunctata* Lck.

N. helicina Philippi non Brocchi

**N. intermedia* Phil. (*N. Alderi* Forbes, Seg.)

Solarium Architae O. G. Costa.

**Cerithium vulgatum* Brug.

**C. scabrum* Ol. (*C. reticulatum* Da C. Seg.)

**Monophorus* (*Triphoris*) *perversus* L.

Murex squamulatus Broc.

M. coelatus Grateloup. Questa specie è propria del miocene; ma io l'ho trovata comune nel pliocene a Montalto nelle colline pisane, a Vallebiaia, a Pietrafitta e a Colle nel Senese, ed un individuo che trovai alle Carrubbare è identico alla forma di Montalto.

**Fusus rostratus* Ol.

F. rudis Phil.

**Nassa limata* Chemn.

**N. incrassata* Müll.

**N. Cuvieri* Payr. (*N. variabilis* Phil.)

**Eione neritea* L.

**Buccinum Humphreysianum* Benn. var. *ventricosum* Kiener.

C. Scillae sp. n. (an. *C. minor* non Scac. Seg.?) È affine alla *C. trinodis* Mgh. del Pliocene di Siena; ma più grande, più convessa; l'apertura è alquanto più rotonda in specie inferiormente; il labbro esterno non è parallelo al labbro columellare ma è più diretto all'infuori ed inferiormente più convesso.

Mitra De Stefanii Brugnone (*Due sp. foss. n. di Altavilla*. Bull. Soc. Mal. it. vol. II, p. 216, tav. C, p. 3)

M. cornea Lck.

**M. ebenus* L.

**Aphanitoma Graeci* Phil.

Homotoma Leufroyi Mich.

**Raphitoma Columnae* Scac.

**R. attenuata* Mtg.

**Marginella minuta* L. Pfeiffer

Erato loevis Don.

**Trivia europaea* Mtg.

Diacria trispinosa Les.

**Dorocidaris papillata* A. Ag.

**Sphoerechinus granularis* Lck.

Echinus acutus L.

Il Philippi ed il Seguenza hanno indicate inoltre alle Carrubare le seguenti specie non trovate da me, che io cito secondo l'elenco comprensivo pubblicato dal Seguenza (*Studî strat.* 1873-77).

Verruca stromia Müller
Anomia striata Broc.
Ostrea cochlear Poli
Pecten Jacobaeus L.
P. similis Lask.
P. Bruei Payr.
P. septemradiatus Müll. (specie settentrionale)
P. inflexus Poli
P. varius L.
P. pusio L.
Lima Loscombii Leach
Limea ovata S.Wood (foss. del Crag)
Modiola phaseolina Phil.
M. modiolus L. (*M. grandis* Phil.) (specie dei mari settentrionali)
Modiolaria discors L.
Yoldia tenuis Phil. (*Leda pygmaea* v. M. Seg.)
Limopsis aurita Broc.
L. minuta Phil.
Arca diluvii Lck.
Lepton nitidum Turt.
Montacuta bidentata Mtg.
Lasaea rubra Mtg. (*Bornia seminulum* Phil.)
Bornia corbuloides Mtg.
Loripes divaricatus L.
Diplodonta apicalis Phil. (*D. trigonula* Bronn. Seg.)
Cardium norvegicum Speng.
C. edule L. et var.
C. roseum Lck. (*C. scabrum* Phil. *C. nodosum* Turt. Seg.)
C. papillosum Poli
C. erinaceum L.
Cardita corbis Phil.
Chama gryphoides L.
Cyprina islandica L. (specie dell'Atlantico settentrionale)
Astarte triangularis Mtg.
A. sulcata Da C.
Gouldia planata Calc.
Tellina crassa Gmel.
T. pusilla Phil.
T. distorta Poli
T. donacina L.
Psammobià costulata Turton (*P. discors* Phil.)
Mactra stultorum L.
M. solida L. (specie settentrionale)
Syndosmia angulosa Ren. (*S. prismatica* Mtg. Seg.)
S. alba W. Wood
Solecurtus candidus Ren.
S. antiquatus Pult.
Cochlodesma praetenuis Pult. (*Anatina oblonga* Phil.), *Thracia praetenuis* Seg.)
T. convexa W. Wood (*T. ventricosa* Phil.)
Corbulomya mediterranea O. G. Costa (*Corbula mediterranea* Seg.)
Cadulus ovulum Phil. Noto solo fossile
Siphonodentalium Lofotense M.Sars
Chiton discrepans Brown
C. Polii Phil.
C. olivaceus Speng. (*C. squamosus* Poli e *siculus* Gray, Phil.)
Tectura virginea Müll.
Emarginula solidula O. G. Costa
Brocchia sinuosa Broc.
Scissurella aspera Phil.
Cyclostrema Cutlerianum Clark
Circulus striatus Phil.
Gibbula Guttadauri Phil.
Zizyphinus striatus L.
Z. Gualterianus Phil.
Z. zizyphinus L.

Clanculus cruciatus L. (*C. Vieilloti* Payr, Phil., Seg.)

C. corallinus Gmel.

Rissoa oblonga Desm.

R. monodonta Biv.

R. parva Da C.

R. pusilla Phil. (*R. nana* Phil., *R. dolium* Nyst, Seg.)

R. inconspicua Alder,

R. pulchella Phil.,

R. radiata Phil. et var. *simplex* Phil.

R. costulata Ald.

R. variabilis Mühlf. (*R. costata* Phil.)

R. splendida Eichw. (*R. variabilis* var. *splendida* Seg.)

R. ventricosa Desm. et var.

Alvania lactea Michd.

A. cancellata Da C. (*Rissoa crenulata* Michd., Phil.)

A. cimex L. (*Rissoa granulata* Phil., *R. calathiscus* Lask., Phil.)

A. reticulata Mtg. et var. (*A. calathus* seg.)

A. punctuta Mtg. (*Rissoa textilis* Phil.)

A. dictyophora Phil. var.

A. substriata Phil.

Cingula granulum Phil.

C. obtusa Cantr. (*C. Alderi* Forbes, Seg.)

Rissoina Bruguieri Payr.

Setia amabilis Monts. (*Cingula pulcherrima* Seg.)

Caecum trachea Mtg.

Turritella tricarinata Broc.

T. communis Risso

Scalaria Turtonae Turt.

Turbonilla rufa Phil.

T. scalaris Phil.

T. monozona Brus., (*T. interstincta* Mtg. var. *monozona* Seg.)

T. excavata Phil.,

Odostomia laevissima Seg.

O. Warreni Thompson

O. pallida Mtg.

O. unidentata Mtg. (Monterosato non la cita nel Mediterraneo)

O. acuta Jeffr.

O. plicata Mtg.

O. rissoides Hanley

Eulima bilineata Alder

E. distorta Defr.

Natica Guillemini Payr.

Adeorbis subcarinatus Mtg.

Cerithiopsis tubercularis Mtg.

Cerithiolum lacteum Phil. (*C. elegans* Seg.)

C. pusillum Jeff.

Trophon muricatus Mtg. (*Fusus echinatus* Phil.)

T. barvicensis Johnst.

Murex Edwarsii Payr.

M. scalaroides De Blainv. (*M. distinctus* Jan, Phil.)

M. craticulatus Broc. (*M. Brocchii* Mtrs., Seg.)

Lachesis minima Mtg. (*L. mammillata* Risso, Seg.)

Nassa pygmaea Lck.

Homotoma linearis Mtg. (*Defrancia linearis* Seg.)

Defrancia gracilis Mtg., (*Pleurotoma suturale* Bronn, Phil.)

Raphitoma costulata De Blainv. (*Mangelia striolata* Scac., Seg.)

Drillia Loprestiana Calc. (*Pleurotoma Tarentini* Phil., *P. Trecchi* Testa, Seg.).

Marginella clandestina Broc.

M. occulta Monts.

Cylichna umbilicata Mtg.

C. strigella Lovèn (*C. umbilicata* var. *strigella* Seg.)

C. nitidula Lovèn

Utriculus truncatulus Brug.

U. mammillatus Phil.

Philine scabra Müll.
Embolus rostralis Souleyet
Spirialis retroversus Flem et var. *Macandraei* Forbes et Hanl.
Cleodora pyramidata L. [1]

Fra gli Echinidi il Seguenza aggiunge (*Una pass.* 1868, pag. 22)

Echinocyamus minutus L. (*Fibularia tarentina* Sch., Seg.).

Egli cita inoltre le seguenti foraminifere:

Robulina inornata d'Orb.
Polystomella crispa Lck.
Biloculina bulloides Lck.
Quinqueloculina vulgaris D'Orb.
Spiroloculina excavata D'Orb.

Il Manzoni poi cita alle Carrubbare anche la

Schizoporella (*Lepralia*) *linearis* Hassall (Pg. 5, tav. 1, fig. 4) (1869).
Cellepora Hassallii Johnst. (1877).
C. coronopus S. Wood,
C. tubigera non Busk, Manzoni.

Ecco le specie che il Seguenza indica agli Archi come appartenenti al piano Siciliano (*Form. terz.* 1880, p. 318 e seg.).

Erato laevis Don.
Aphanitoma Graeci Phil.
Columbella rustica L.
Nassa limata Chemn.
Fusus pulchellus Phil.
†*Buccinum Humphreysianum* Benn.
Cerithiolum scabrum Ol.
Triforis perversa L.
Cerithiopsis tubercularis Mtg.
Solarium Alleryi Seg.
†*Natica Montacuti* Forb.
Mathilda quadricarinata Broc.
M. elegantissima O. G. Costa
Turritella triplicata Brocc.
Vermetus triqueter Biv.
Rissoa inconspicua Ald.
Alvania cancellata Da C.
A. subcrenulata Schm.
A. reticulata Mtg.
A. clathrata Phil.
A. bicingulata Seg.
A. cimex L.
A. cimicoides Forb.
A. Montagui Payr.
Cingula granulum Phil.
Turbo rugosus L.
Clanculus cruciatus L.
Trochus conulus L.
T. millegranus Phil.
**Scissurella tenuisculpta* Seg.
Capulus Hungaricus L.
Calyptraea chinensis L.
Propilidium ancyloides Forb.
Fissurella dorsata Mtrs.
Emarginula fissura L.
Xylophaga dorsalis Turt.
Corbula gibba Ol.
Ervilia castanea Mtg.
Tellina donacina L.
T. pulchella Lck.
Venus casina L.
V. Rusterucii Payr.
V. effossa Biv.
**V. messanensis* Seg.
V. ovata Penn.
Dosinia exoleta L.
Circe minima Mtg.
Astarte fusca Poli

[1] Anche il Mantovani (1878 p. 11) cita alcune specie delle Carrubbare, e molte più ne cita il Seguenza (*Form. terz.* 1880, p. 350 e seg.) ma promiscuamente con specie di altri luoghi situati nei dintorni di Reggio.

A. sulcata Da C.
Diplodonta apicalis Phil.
Woodia digitaria L.
Lucina reticulata Poli
Loripes lacteus L.
Kellia suborbicularis Mtg.
Arca tetragona Poli
A. barbata L.
A. obliqua Phil.
A. pectunculoides Scacc.
Limopsis aurita Brocc.
Pectunculus bimaculatus Poli
Modiola phaseolina Phil.
Pecten multistriatus Poli
P. varius L.
P. opercularis L.
P. pes-felis L.
P. pes-lutrae L.
P. Jacobaeus L.
P. fenestratus Forb.
**Plicatula mytilina* Phil.
Anomia ephippium L.
Terebratulina caput-serpentis L.
Megerlia truncata L.
Argiope decollata Chemn.
Verruca stromia Müll.
Spirorbis granulatus L.
Salicornaria farciminoides Johns.
Myriozoon truncatum Pall.
Hippothoa flagellum Manz.
Aetea sica Couch.
Membranipora angulosa Reuss.
M. papyracea Reuss.
Lepralia scripta Reuss
L. ansata Johnst.
L. violacea Johnst.
Celleporaria tubigera Busk
Eschara lichenoides Lck.
E. foliacea Ell.
E. verrucosa Peach.
Retepora cellulosa L.
Alecto repens Wood
Diastopora latomarginata D'Orb.
Discoporella radiata Aud.
Dorocidaris papillata Leske.

Nelle sabbie sciolte presso gli Archi sotto Pentimele sono pure dei fossili ma non molto abbondanti. Vi raccolsi:

Anomia ephippium L.
Ostrea edulis L.
Pecten pes-lutrae L.
Venus ovata Penn.
Cardium fasciatum Mtg.

A Parere, luogo che l'autore stesso mi disse essere un poco più a settentrione degli Archi, il Waters (1878) notò:

Diporula (*Eschara*) *verrucosa* Peach = *Eschara lunaris* Waters (*Bryoz. from Bruccoli* P. 11, fig. 9).

Retepora cellulosa L. [1].

[1] Il Seguenza (*Stud. strat.* 1874) cita nei dintorni di Reggio, senza specificare il luogo, i seguenti fossili che attribuisce a un deposito di mare profondo della zona inferiore del Postpliocene: altrove (*Stud. pal.* 1875-76) li dice provenienti da Valanidi e Nasiti: *Crania turbinata* Poli, *Argiope decollata* Ch., *Megerlia truncata* L., *Terebratella septata* Phil., *Waldheimia septigera* Lovèn, *W. cranium* Müll., *Terebratula minor* Seg., *T. vitrea* Born, *T. Scillae* Seg., *Ostrea cochlear* Poli, *Pecten vitreus* Chemn., *P. Bruei* Payr., *P. inflexus* Poli, *Pachylasma giganteum* Phil. La *Terebratula Scillae* Seg., è dal Seguenza citata anche a Terreti nel Pliocene superiore (*Stud. pal. Brach.* 1871-73) secondo lui, cioè nel quaternario. Altrove tra i fossili di Valanidi e Nasiti in questo piano (*Stud. form. Plioc.* 1873, p. 133) egli aveva citato anche *Astarte sulcata* Da C., *Pecten Hoskynsi* Forbes (*P. imbrifer* Lovèn, Seg.), *Anomia ephippium* L., *Echinus melo* L., *Stirechinus Scillae* Desor., *Lejocidaris histrix* Lck., *Isis melitensis* Goldf. — Alle Carrubbare, a Bovetto, a Botte, a Vito e altrove nei dintorni di Reggio il Costa (1866) raccolse pur molte foraminifere che per l'avvenuta sua morte non furono mai pubblicate, come non lo furono le altre da lui trovate ne' varî terreni della Calabria.

Dopo breve interruzione le sabbie postplioceniche tornano sulla destra della fiumara di Gallico e si estendono lungo il mare, sovrapposte direttamente al *gneiss* e coperte al solito dall'alluvione e da una panchina recente tutto intorno a Catona, a Villa S. Giuseppe, a Salice, a Campo, al Pezzo, a Villa S. Giovanni, all'Acciarello, a Cannitello fin quasi alla Batteria di Torre Cavallo, una di quelle che dominano lo Stretto dirimpetto al Faro. L'altezza delle sabbie non pare vi superi 140 metri; ma tutto intorno vi stanno pareti gneissiche assai più alte.

Nelle sabbie a Musala presso Campo sulla destra della Fiumara di Catona il Seguenza (*Form. terz.* 1880, p. 350 e seg.) indica le seguenti specie che attribuisce alla zona superiore del quaternario.

Trivia europaea Mtg.
T. pulex Sol.
Cypraea achatidea Gray
* *Mitra Bronnii* Michl.
Surcula similis Biv.
Clathurella gracilis Mtg.
Columbella costulata Cant.
Nassa neritea L.
N. limata Chemn.
N. incrassata Müll.
N. Cuvieri Payr.
S. *Terebra corrugata* Lck.
Pollia D'Orbignyi Payr.
Murex Edwardsii Payr.
Triton reticulatum Blainv.
T. corrugatum Lck.
S. *T. ficoides* Reeve
Bufonaria scrobiculator L.
Cerithiolum scabrum Ol.
C. lacteum Phil.
Triforis perversa L.
Natica Guillemini Payr.
† *N. Montacuti* Forb.
S. *N. orientalis* Gmel.
S. *N. porcellana* D'Orb.
Odostomia rissoides Hanl.
Turritella triplicata Brocc.
Vermetus gigas Biv.
V. triqueter Biv.
V. semisurrectus Biv.
V. subcancellatus Biv.
Rissoa similis Scacc.
R. variabilis Mühlf.
Alvania cancellata Da C.
A. cimex L.
A. cimicoides Forb.
A. Montagui Payr.
Littorina neritoides L.
Phasianella tenuis Mich.
Turbo rugosus L.
T. sanguineus L.
Clanculus corallinus Gm.
C. cruciatus L.
Trochus conulus L.
T. zizyphinus L.
T. Gualterianus Phil.
T. Laugeri Payr.
T. striatus L.
T. exasperatus Penn.
T. Fermonii Payr.
T. Richardii Payr.
Crepidula Moulinsii Mich.
Calyptraea chinensis L.
Fissurella costaria Bast.
Emarginula fissura L.
Patella coerulea L.
P. aspera Lck.
Cleodora pyramidata L.
Venerupis irus L.
Saxicava rugosa L.
Psammobia costulata Turt.
Tapes edulis Chemn.
Venus verrucosa L.
V. casina L.
V. Rusterucii Payr.
V. effossa Biv.
V. ovata Penn.
Dosinia exoleta L.

D. lincta Pult.
Cytherea chione L.
C. rudis Poli
Astarte fusca Poli
A. sulcata D'Orb.
A. triangularis Mtg.
Gonilia bipartita Phil.
Cardium echinatum L.
C. papillosum Poli
C. roseum Lck.
C. Lamarckii Reeve
C. oblongum Chemn.
C. norvegicum Speng.
Diplodonta apicalis Phil.
Woodia digitaria L.
Lucina reticulata Poli
Loripes lacteus L.
L. divaricatus L.
Arca tetragona Poli
A. barbata L.
A lactea L.
A scabra Poli
A. obliqua Phil.
A. pectunculoides Scac.
Pectunculus bimaculatus Poli
P. pilosus L.
Nucula sulcata Bronn
N. nucleus L.
Modiola barbata L.
M. phaseolina Phil.
Pecten multistriatus Poli
P. varius L.
P. opercularis L.
P. flexuosus Poli
P. striatus Müll.
P. Jacobaeus L.
Spondylus gaederopus L.
Anomia ephippium L.
A. orbiculata Brocc.
A. patelliformis L.
Terebratula vitrea Born
T. minor Phil.
Argiope decollata Chemn.
Cistella cuneata Risso

Psygmobranchus protensus Gmel.
Filigrana impressa Berk.
Spirorbis communis Flem.
S. laevis Quatr.
S. cornu-arietis Phil.
Vermilia elongata Phil.
V. trifida Quatr.
Salicornaria farciminoides Johnst.
Myriozoon truncatum Pall.
Hippothoa catenularia Lam.
H. divaricata Lam.
H. flagellum Manz.
Aetea sica Couch.
Membranipora angulosa Reuss
**M. aperta* Busk
M. Flemingii Busk
M. irregularis D'Orb.
M. lineata L.
M. Rosselii Aud.
**M. bidens* Hag.
M. calpensis Busk
**M. papyracea* Reuss
Lepralia coccinea Johnst.
L. innominata Couch.
L. scripta Reuss var. *perforata* Seg.
L. ansata Johnst.
L. unicornis Johnst.
L. vulgaris Moll
L. Brongniartii Aud.
L. auriculata Hass.
L. violacea Johnst
L. ciliata Pall.
L. Morrisiana Busk
L. Malusii Aud.
L. coronata Seg.
L. reticulata Macg.
**L. pratensis* Seg.
L. cucullata Busk
L. Pallasiana Moll
**L. systolostoma* Manz.
**L. thiara* Seg.
L. ventricosa Hass.
L. pertusa Johnst.
**L. rudis* Manz.

L. ligulata Manz.
L. lata Busk
Celleporaria tubigera Busk
**C. systolostoma* Manz.
Retepora cellulosa L.
Tubulipora flabellaris Fabr.
T. phalangea Couch
T. serpens L.
T. palmata Smith
**T. foliacea* Reuss
Alecto repens Wood
Diastopora latomarginata D'Orb.
D. simplex Busk
Discoporella radiata Aud.
D. hispida Flem.
Dorocidaris papillata Leske
Caryophyllia clavus Scac.

Il Seguenza pure cita le seguenti specie che attribuisce al Piano Siciliano (*Form. terz.* 1880 p. 318) a Villa S. Giovanni [1] non lungi dal Pezzo e da Cannitello.

Cylichna umbilicata Mtg.
Trivia europaea Mtg.
Marginella Philippii Mtrs.
M. clandestina Broc.
Mitra ebenus Lck.
M. lutescens Lck.
M. tricolor Gmel.
Aphanitoma Graeci Phil.
Mangelia clathrata Serr.
Raphitoma Columnae Scac.
Nassa limata Chemn.
N. Cuvieri Payr.
Pollia D'Orbignyi Payr.
P. bicolor Cant.
Fusus rostratus Ol
F. pulchellus Phil.
Murex trunculus L.
M. erinaceus L.
M. Edwardsii Payrr.
Ranella gigantea Lck.
Triton reticulatum Blainv.
T. parthenopaeum Sal.
T. corrugatum Lck.
Bufonaria sorobiculator L.
**Buccinum undatum* L.
**B. Humphreysianum* Benn.
Cerithium vulgatum Brug.
Cerithiolum reticulatum Da C.
Triforis perversa L.
Cerithiopsis tubercularis Mtg.
Natica fusca Blainv.
Culimella Scillae Scac.
Odostomia rissoides Hanl.
Scalaria communis Lck.
Turritella triplicata Brocc.
Vermetus subcancellatus Biv.
Rissoina Bruguieri Payr.
Rissoa auriscalpium L.
R. simplex Phil.
R. similis Scac.
R. variabilis Mühlf.
Alvania lactea Mich.
A. cancellata Da C.
A. subcrenulata Schw.
**A. turritelloides* Seg.
A. cimicoides Forb.
A. Montagui Payr.
A. tenuicosta Seg.
Cingula granulum Phil.
Pisinna glabrata Mühlf.
Setia amabilis Mtrs.
Littorina neritoides L.
Phasianella pulla L.
P. tenuis Mich.
Turbo rugosus L.
T. sanguineus L.
Olivia Tinei Calc.
Clanculus corallinus Gm.
C. cruciatus L.
Trochus zizyphinus L.
T. Gualterianus Phil.
T. millegranus Phil.

[1] A Villa S. Giovanni O. G. Costa (1850-56) cita frammenti di *crostacei*.

T. turgidulus Broc.
T. striatus L.
T. exasperatus Penn.
T. magus L.
T. Ottoi Phil.
**T. elegantulus* Phil.
Circulus striatus Phil.
Scissurella crispata Flem.
Haliotis lamellosa Lck.
Calyptraea chinensis L.
Fissurella costaria Phil.
F. gibba Phil.
Fissurisepta papillosa Seg.
Emarginula fissura L.
E. adriatica Costa
E. solidula Costa
Chiton olivaceus Speng.
Gastrochaena dubia Penn.
Venerupis irus L.
Corbulomya mediterranea O. G. Costa
Lutraria elliptica Lck.
Ervilia castanea Mtg.
Psammobia ferroensis Chemn.
Tellina pulchella Lck.
Venus Rusterucii Payr.
V. Brongniartii Payr.
V. ovata Penn.
Circe minima Mtg.
Astarte fusca Poli
A. sulcata Da C.
Gonilia (*Astarte*) *bipartita* Phil.
Chama gryphoides L.
Cypricardia lithophagella Lck.
Cardium papillosum Poli
C. Lamarckii Reeve
Diplodonta apicalis Phil.
Lucina reticulata Poli
Loripes divaricatus L.
Arca tetragona Poli
A. lactea L.
A. pulchella Reeve
Limopsis tenuis Seg.
Leda commutata Phil.
Modiola barbata L.
M. phaseolina Phil.
Mytilus galloprovincialis Lck.
Lima squamosa Lck.
L. hians Gmel.
L. Loscombii J. B. Sow.
Pecten multistriatus Poli
P. pes-felis L.
P. inflexus Poli
P. commutatus Mtrs.
P. striatus Müll.
P. Jacobaeus L.
P. maximus L.
Spondylus gaederopus L.
Ostrea Cyrnusii Payr.
O. cochlear Poli
Anomia ephippium L.
A. orbicularis Brocc.
Terebratula minor Phil.
Terebratulina caput-serpentis L.
Cistella cistellula S. Wood
Pachylasma giganteum Phil.
Verruca stromia Müll.
Filigrana impressa Berk.
Spirorbis laevis Quatrf.
Salicornaria farciminoides Johnst.
Scrupocellaria scruposa L.
Myriozoon truncatum Pall.
Hippothoa catenularia Jam.
H. divaricata Lam.
H. flagellum Manz.
Aetea sica Couch.
A. anguina L.
Caberea Boryi Aud.
Diachoris patellaria Moll
**Membranipora aperta* Busk
M. irregularis Smith
M. lineata L.
**M. Pouilleti* Busk
M. Rossellii Aud.
M. angulosa Reuss
**M. Smithii* Manz.
N. calpensis Busk
Lepralia coccinea Johnst.
L. innominata Couch.

L. scripta Reuss
**L. planicosta* Seg.
L. ansata Johnst.
L. Brongniartii Aud.
L. violacea Johnst.
L. ciliata Pall.
**L. Morrisiana* Busk
L. Malusii Aud.
L. linearis Hass.
L. reticulata Busk
L. cucullata Busk
L. pertusa Johnst.
L. tenera Reuss
**L. rudis* Manz.
**L. ligulata* Manz.
L. Peachii Johnst.
L. ventricosa Hass.
**L. obeliscus* Manz.
L. cupulata Manz.
**L. thiara* Seg.
**L. intricata* Seg.
Celleporaria tubigera Busk.
C. coronopus Wood
C. Hassalii Johnst.
C. digitata Waters
**C. systolostoma* Manz.
C. ramulosa L.
Eschara foliacea Lck.
C. cervicornis Pall.
E. verrucosa Peach
Retepora cellulosa L.
Crisia fistulosa Hell.
C. elongata Ed.
C. eburnea L.
Idmonea atlantica Forb.
I. notomala Busk
I. Meneghinii Hell.
Alecto repens Wood
Tubulipora flabellaris Fabr.
T. phalangea Couch.
T. serpens L.
T. palmata Smith
T. ventricosa Busk
Diastopora latomarginata D'Orb.
D. simplex Busk
Discoporella radiata Aud.
D. verrucaria Fabr.
D. hispida Flem.
D. mediterranea Blainv.
Frondipora reticulata Blainv.
Dorocidaris papillata Leske
Echinocyamus pusillus Müll.
Corallium rubrum L.
Astroides calycularis Pall.

Presso al Pezzo si trovano colle sabbie dei banchi dell' istessa epoca interamente formati da gusci di molluschi e di briozoi, i quali per mancanza di pietra migliore vengono adoperati a fare calcina e son detti in volgare *tofo*. Essi abbondano specialmente verso l'alto nel luogo detto Le Pietre morte. In alcuni frammenti ho raccolto: *Retepora cellulosa* L. e *Pecten opercularis* Lck.

Il Manzoni (1869) cita in quel luogo e figura i briozoi seguenti:

Mucronella coccinea Abildgaard (*Lepralia pteropora* non Reuss. Manz.)
Schizoporella (*Lepralia*) *linearis* Hassall.
S. unicornis Johnston (*Lepralia ansata* John. Manz.)
Microporella ciliata Pallas:

altrove (1875 e 1877) cita anche

Lepralia foliacea Ellis e Solander (*Eschara foliacea* Lck. Manzoni)
Cellaria fistulosa L. (*Salicornaria farciminoides* Johnston).
Hippothoa flagellum Manzoni,
Retepora cellulosa L. (1877).
Cellepora Costazii Audouin (*C. Hassallii* Johns. Manz.)
C. coronopus S. Wood (*C. tubigera* non Busk, Manz.)
C. ramulosa (non L.) Manzoni.

Quel *tofo* del Pezzo è riguardato come pliocenico e più propriamente come *astiano* dal Seguenza, che (*Form. terz.* 1880, p. 247) vi ricorda le seguenti specie:

Fissurisepta papillosa Seg.
Pachylasma giganteum Phil.
**Scapellum zancleanum* Seg.
**Stirechinus Scillae* Desm.
**Isis melitensis* Goldf.
Dendrophyllia cornigera Lck.
**Enallopsammia Scillae* Seg.

Il Philippi (1836-1844) vi accenna in quei dintorni molti molluschi, cioè:

Argiope decollata Chemn.
Terebratula minor Phil. (*T. vitrea* Born, var. *minor* Phil.)
Modiolaria Petagnae Sc. (*Modiola costulata* Phil.)
M. marmorata Forbes (*M. discrepans* Phil.)
Arca tetragona Poli
Kellia suborbicularis Mtg. (*Bornia inflata* Phil.)
Lucina albella ? Lck.
Diplodonta rotundata Mtg. (*D. lupinus* Broc. Phil.)
Cypricardia lythophagella Lck. (*Saxicava Guerinii* Phil.)
Ervilia castanea Mtg.
Syndosmia alba W. Wood
Venerupis irus L.
Dentalium vulgare Da C.
Chiton fascicularis L.
Patella vulgaris L.
Emarginula solidula O. G. Costa
Fissurella gibba Phil.
Scissurella aspera Phil.
Cyclostrema exilissimum Phil. (*Delphinula*)
C. serpuloides Mtg. (*Delphinula laevis* Phil.)
Gibbula crispula Phil. (Atlantica)
Zizyphinus miliaris Broc. (*Z. millegranus* Phil.)
Z. parvulus Phil.
Z. Laugieri Payr.
Z. dubius Phil.
Clanculus cruciatus L. (*C. Vieilloti* Payr. Phil.)
Turbo sanguineus L.
Cingula granulum Phil.
C. elongata ? Phil.
Alvania scabra Phil.
A. Montagui Payr.
Rissoa pusilla Phil.
Turbonilla excavata Phil.
Eulima distorta Defr. (*Melania*)
Natica Dillwynii Payr.
Trophon muricatus Mtg.
Murex cristatus Broc.
M. trunculus L.
M. Edwarsii Payr.
M. craticulatus Broc.
M. bracteatus Broc. (*M. lamellosus* Jan. Phil.)
Fusus rudis Phil.
Nassa Cuvieri Payr.
Columbella scripta L.
C. minor Scac.
Homotoma linearis Mtg. (*Defrancia*)
Marginella secalina Phil.
M. minuta L. Pfeiff.
M. clandestina Broc.
Scutulum Gussoni O. G. Costa (*Gadinia*).

A Cannitello il Costa (1866) raccolse foraminifere ed altri fossili [1] ed il Silvestri (1872) vi cita

Nodosaria raphanistrum Lck.
N. glabra D'Orb.

[1] Riporto tali e quali i fossili citati dal Costa a Cannitello (*Pal. R. Napoli* 1850-56). *Ototiti* vicini a quelli di Merluccio ma più grandi (parte 1ª, pag. 136): *Echinus melo*, *Orbulina universa* D'Orb., *Amygdalina calabra* Costa, *Dentalina acquivoca* Costa, *Webina laevigata* Costa, *Cristellaria*

Il Manzoni cita i briozoi seguenti (1869):

Mucronella coccinea Abildgaard (*Lepralia pteropora* non Reuss Manz.)

Schizoporella linearis Hassal (*Lepralia*)

S. unicornis Johnst. (*Lepralia ansata* Johnst. Manz. p. 9, tav. II, fig. 11 e tav. III, p. 13)

(*Lepralia auct.*) *elegantula* Manzoni p. 11, tav. II, f. 11, e tav. III, f. 13).

Microporella ciliata Pallas (*Lepralia*).

Altrove (1875 e 1877) egli aggiunge:

Retepora cellulosa L.

Cellaria fistulosa L. (*Salicornaria farciminoides* John.)

Hippothoa flagellum Manz.

Lepralia foliacea Ell. e Sol. (*Eschara foliacea* Lck. Manz.)

Cellepora coronopus S. Wood (*C. tubigera* non Busk Manz.)

C. ramulosa (non L.) Manzoni.

Il Waters (1878) dietro esemplari raccolti da O. G. Costa che egli vide nel Museo universitario di Napoli, cita pure a Cannitello, che per errore crede sia in Sicilia, le specie seguenti.

Porella cervicornis Pallas (*Eschara cervicornis* Ell. e Sol.)

Myriozoon truncatum Pallas

Frondipora reticulata Blainv.

Del resto è probabile che alcuni di questi autori abbiano indicato col nome di Cannitello lo stesso luogo di Pezzo.

Andando lungo la spiaggia verso settentrione non si trovano più lembi postpliocenici, giacchè questi stanno tutti a qualche lontananza dalla medesima. Soltanto presso Palmi vicino al mare ne è un lembo di cui non conosco la posizione precisa e donde provengono i fossili seguenti a me favoriti dal prof. Pignatari.

Anomia ephippium L.
Ostrea edulis L.,
Pecten opercularis L.
P. pes-lutrae L.
P. Jacobaeus L.
Pinna nobilis L.
Pectunculus violacescens Lck.
P. bimaculatus Poli
Arca diluvii Lck.
Lucina borealis L.
Cardium oblongum Chemn.
C. echinatum L.
C. tuberculatum L.
Cytherea chione L.
C. multilamella Lck.
Artemis lincta Pult.
Tellina compressa Broc.
T. Costae Phil.
Capulus hungaricus L.
Trochus magus L.
Turbo rugosus L.
Vermetus triqueter Biv.
Natica millepunctata Lck.
N. fusca De Blainv.
Buccinum Humphreysianum Bennet, var. *ventricosum* Kiener
Neptunea contraria L.
Euthria cornea L.
Cassidaria echinophora Lck.

coarctata C., *C. bicornis* C., *C. paucissima* C., *Robulina calcar* D'Orb., *Rotalina tuber* C., *Truncatulina lobatula* D'Orb., *Auriculina crenata* C., *Aulostomella dorsigera* C., *Bulimina pedunculata* C., *Chiton* sp., *Chitonellus gigas* Costa, *Serpula filograna* L., *Ditrupa subulata* Ren., e due rostri di *Galathaea strigosa* simili a quelli viventi ma più giganteschi e un poco più larghi in proporzione della lunghezza.

§ 3. *La Piana, la Valle del Mésima, il Capo Vaticano.*

Nella regione elevata che circonda a settentrione la Piana, sopra le marne bianche del miocene superiore, le sabbie postplioceniche non sono molto frequenti. Pur se ne trovano dei lembi ristretti qua e là, ed io ne ho notati alcuni intorno a Sinopoli ed a Santa Eufemia, ad elevazioni un poco maggiori di 500 metri.

Pel contrario il sottosuolo della Piana bassa, tutto coperto da uliveti che vegetano sull'alluvione antica superficiale, è formato dalle sabbie postplioceniche in strati orizzontali fino a ridosso dei monti gneissici; nè sotto le medesime si può vedere la roccia più antica. Queste sono gialle o turchiniccie, o biancastre, fine, non cementate, sebbene a volte quando sono più compatte rassomiglino all'arenaria del miocene e dei periodi più antichi. Esse compariscono sotto l'alluvione nei dirupi formati dai torrenti, per l'altezza di 30 a 50 metri, e lungo quelli formano pure delle collinette cui la copertura alluvionale fu portata via dalle acque. Intorno a Radicèna e presso i monti cristallini ho trovato sabbie fino all'altezza di almeno 250 metri sul mare. Verso il mare l'alluvione si abbassa sempre più, e quella prettamente fluviale si va a confondere con l'alluvione marina. In qualche luogo però anche presso il litorale comparisce il postpliocene, cioè nei poggi di Rosarno e di Paparati, alti quello 62 metri, questo 50, e paragonabili a due grandi tavolini, isolati da ogni parte da una regione bassissima e paludosa formata dal corso odierno del Metràmo, del Mèsima e del Vocale, e da un corso antico di questi medesimi fiumi, ora abbandonato. Le ripide pareti del tavolino sono formate dal postpliocene in strati orizzontali, la superficie affatto piana dall'alluvione. Sulla destra del Metramo dalla parte opposta di Rosarno ho raccolto i seguenti fossili.

Serpula polythalamia L.
Anomia ephippium L
Ostrea edulis L.
Pecten varius L.
P. opercularis L.
P. Jacobaeus L.
Nucula nucleus L.
Cardium tuberculatum L.
C. echinatum L.
C. oblongum Chemn.
C. minimum Phil.
Venus gallina L.
V. ovata Penn.
Cytherea chione L.
C. multilamella Lck.
Artemis exoleta L.
Tellina distorta Poli
T. serrata Renier
Mactra subtruncata Da Costa
Panopaea glycimeris L.
Thracia pubescens Leach
Corbula gibba Ol.
Dentalium Delessertianum Chemn.
Trochus magus L.
Turritella tricarinata Broc.
Scalaria communis Lck.
Natica fusca De Blainv.
Chenopus pespelicani L.
Nassa limata Chemn.
N. musiva Broc.
N. reticulata L.
N. mutabilis L.
Trivia europaea Mtg.
Dorocidaris papillata A. Ag.
Echinus microtuberculatus L.

Nemmeno nella Piana i fossili mancano e fra gli altri luoghi se ne possono

raccogliere a Varapodio, fra Radicena e Scrofario, lungo la fiumara Razza confluente del Marro, a Sinopoli, a S. Cristina ed altrove.

« In una valle detta dello Sperone vicino la terra di Varapodio » A. Scilla (1670, 177? tav. XVIII, fig. 6, 7, 8) figura *Ditrupa incurva* Ren. e *Dentalium Delesserti* Chemn.

Il Seguenza (1874 *Stud. strat.* p. 273 e seg.) cita a Santa Cristina i fossili seguenti:

Pecten pes-lutrae L. (*P. septemradiatus* Müll. Seg.)
P. inflexus Poli
P. opercularis L.
Lucina borealis L.
Cardium edule L.
Isocardia cor L.
Cyprina islandica L.
Mactra subtruncata Da C.
Corbula gibba Ol.
Trochus magus L.
T. exasperatus Penn.
T. zizyphinus L.
Turritella subangulata Broc.
T. tricarinata Broc.
T. communis Risso
Natica macilenta Phil.
N. catena Da Costa
N. millepunctata Lck.
Neptunea contraria L.
Fusus rostratus Ol.
Nassa limata Chemn.

Altrove, sono da lui citati nello stesso luogo i seguenti fossili attribuiti al piano Astiano (*Form. terz.* 1880 p. 247 e seg.)

**Flabellum siciliense* Ed. et H.
**Psygmobranchus firmus* Seg.
Ostrea cochlear Poli
Nucula sulcata Bronn
**Leda concava* Bronn
**Lucina aspromontana* Seg.
L. borealis L.
L. Spinifera Mtg. et var. *hiatelloides* Bast.
**L. Bronnii* May.
**Axinus rostratus* Pecch.
Thracia convexa Wood.
Siphonodentalium tetragonum Brocc.
Dentalium agile Sars
D. Delessertianum Chemn.
Turritella tricarinata Brocc.
T. subangulata Brocc.
Natica tigrina Def.
N. catena Da C.
N. fusca Blainv.
N. maculata Desh.
N. millepunctata Lck.
Chenopus Serresianus Michd.
Neptunea contraria L. (sp. artica)
Ranella gigantea Lck.
Fusus rostratus Ol.
**F. longiroster* Brocc.
Trophon vaginatus Crist. et Jan.
Cassidaria echinophora L.
Nassa semistriata Brocc.
N. limata Chemn.
**N. italica* May (N. Brocchii May.)
**Surcula nodulifera* Phil.
**Haminea varicosa* Ponzi

Fra Radicena e Scrofario sulla destra della Razza raccolsi le seguenti specie:

Ditrupa incurva Renier
Anomia ephippium L.
Pecten Testae Biv.
P. pes-lutrae L.
P. tigrinus Müll.
P. opercularis L.
Limea elliptica Jeffr.
Mytilus edulis L. var. *galloprovincialis* Lck.
Leda commutata Phil.
Nucula nucleus L.
Pectunculus pilosus L.
Cardium echinatum L.
C. minimum Phil.

C. fasciatum Mtg.
Venus ovata Penn.
Mactra subtruncata Da C.
Corbula gibba Ol.
Turritella tricarinata Broc.
Nassa limata Chem.
N. reticulata L.

A S. Giorgio Morgeto si trovano i seguenti fossili che ebbi dal prof. Mantovani:

Psammechinus sp.
Trochus bullatus Phil.
Terebratella septata Phil.

A cominciare dalle basse colline le quali costeggiano la Piana dalla parte di settentrione, il postpliocene si allarga sopra grandi estensioni sulle vallate dell'Angitola e del Mèsima, cioè su tutta la regione che sta fra la giogaia centrale ed il Capo Vaticano. Esso è formato ben raramente di conglomerati, e quasi generalmente da sabbie gialle, spesso deserte, spoglie di vegetazione, pressochè incoerenti, e sempre fossilifere, in strati orizzontali o quasi orizzontali, a volte molto elevati, per lo più posati sopra il miocene e ricoperti poco o punto dall'alluvione che vedemmo sì estesa nella Piana e lungo lo Stretto. Le sabbie formano da prima quasi un semicerchio intorno alla regione settentrionale della Piana dalla destra del Vocale fin sopra Nicòtera. Dal torrente Vocale al torrente Mammella ed a destra di questo, costituiscono interamente fino al fondo dei torrenti quasi a livello del mare delle colline alte fin 200 metri intorno Anoja, Feroleto, Laureana e Comparni. Soltanto sulla destra del Mammella verso il mare nel piano detto il Sovverito sono coperte dall'alluvione. Sulla destra del Mammella, senza che la continuità sia interrotta, occupano la superficie quasi piana di un terrazzo alto fin quasi 300 metri cavato nel *gneiss*, le cui pareti da una parte s' innalzano fino al Poro e dall'altra scoscendono al mare verso Jòppolo e Nicòtera. I paesi di Limbàdi, di S. Nicola, di Badia sono sulla superficie di questo terrazzo. Fossili anche qui ne sono dappertutto ed io ne raccolsi nei luoghi detti Janni, sotto Tranquillo, sul Calopotamo, ed altrove.

Sulla sinistra del Mèsima, anzi del torrente Marepòtamo che gli è parallelo, fino sulla sinistra dell'Angìtola che ha un corso perpendicolare a quello dei torrenti sopra accennati, si estende il postpliocene, disposto orizzontalmente sopra il miocene, fra Serrata e S. Nicola di Crissa, a ridosso di quel gradino quasi verticale formato dagli schisti cristallini che ho ricordato più volte e che separa l'altipiano interno dei monti della Serra dalla vallata del Mèsima.

Il postpliocene giunge fino all'altezza di 400 metri sul mare, e sopra di esso stanno in gran parte i paesi di Ciano, Gerocàrne, Sorianello, Soriano, Pizzòni, Vazzàno. La potenza degli strati che formano verso il torrente una ripida pendice interrotta da esso, per quanto si può giudicare, sembra essere di circa 200 metri. Alla Casa delle Fate nella Contrada Filicèto (Comune di Vallelònga) si trovano i seguenti fossili, raccolti dal prof. Pignatari.

Lophoelia gracilis Seguenza
Serpula porrecta L.
Pecten Jacobaeus L.
P. pes lutrae L.
Pinna nobilis L.
Mytilus edulis L. var. *galloprovincialis* Lck.
Pectunculus violacescens Lck.
Cardium echinatum L.
C. oblongum Ch.

Chama sinistrorsa Brug.
Venus casina G.
Cytherea chione Lck.
Artemis exoleta L.
Solen ensis L.
Dentalium Delesserti Chemn
Capulus hungaricus L.
Turbo rugosus L.
Turritella tricarinata Broc.
T. vermicularis Broc.
Cancellaria cancellata L.
Triton nodiferum Lch.
T. corrugatum Lck. var.
Monoceros monacanthos Broc. È pella prima volta indicato nel postpliocene. Diversifica dal tipo pliocenico soltanto perchè il labbro esterno è internamente liscio, e si vedono solo leggerissime tracce dei denti presso l'apertura.
Murex trunculus L.
Buccinum undatum L.
B. Humphreysianum Bennet var. *ventricosum* Kiener
Echinocyamus minutus L.

A S. Nicola di Crissa sono:

Ostrea lamellosa Broc.
Pecten Jacobaeus L.
Mytilus galloprovincialis Lck.
Pectunculus bimaculatus Poli
Arca Noae L.
Chama sinistrorsa Brug.
Mactra subtruncata Da Costa
Turbo rugosus L.
Turritella vermicularis Broc.
Natica millepunctata Lck.

Burgerstein e Noë (1880 p. 19) citano a S. Nicola anche le seguenti specie:

Murex multilamellosus Phil.
Fusus pulchellus Phil.
Raphitoma harpula Broc.
Drillia modiola Jan.
Lucina borealis L.
Astarte fusca Poli
Spondylus goederopus Broc.
Lophaelia Defrancei Ed. et H.
Terebratula vitrea Born.

Sulla destra del Marepotamo, fra questo ed il Mèsima, sulla superficie come il solito spianata delle arenarie mioceniche, s' innalza un nuovo piano alto fin 267 metri sul quale è il paese di S. Angelo. Presso questo paese e S. Angiolello sul Mèsima, sono i seguenti fossili:

Pecten pes lutrae L.
P. opercularis L.
P. Jacobaeus L.
Pectunculus bimaculatus Poli
Cardium oblongum Ch.
Cytherea chione L.
Solecurtus coarctatus Gm.
Turritella tricarinata Broc.
Natica Josephinia Ris.
N. Guilleminii Payr.
Chenopus pespelicani L.
Cassidaria thyrrena Lck.
Cerithium vulgatum Brug.
Murex brandaris L. [1].

Sulla destra del Mèsima s'innalza fino in cima alla Piana di Monteleone un altro esteso lembo postpliocenico un poco frastagliato ed interrotto dai torrentelli. Su questo sono i paesi di S. Gregorio d' Ippona, di S. Costantino Calabro, di Nao, e di Francica col piano circostante. Gli strati giungono fino all' altezza sopra il

[1] Al Passo del Gatto presso Soriano, fra questo paese e S. Angelo, il Costa (1850,56) indica resti di *Portunus*, *Scalaria plicosa* Phil., *Nodosaria ambigua* C., *Plecanium* (*Textularia*) *sagittula* D'Orb., *Spiroloculina excavata* D'Orb., *Quinqueloculina Buchiana* D'Orb. e *Trochus insignis* C. (1846).

livello del mare di 260 a 500 metri; essi posano sempre sul miocene, e nell'alto vengono interrotti dagli schisti cristallini e ricoperti da qualche lembo d'alluvione. A circa 450 metri d'altezza presso Nao che si trova non lungi da Jonadi nel versante meridionale del Capo Vaticano, verso il Golfo di Gioia, quindi in certo modo rimpetto alla Sicilia ed alle Lipari, colle sabbie alternano dei piccoli banchi di pomice finissima e quasi di una cenere pumicea. Questo fatto ha riscontro nella parte settentrionale dei monti di Messina, al Salice, di fronte alle medesime isole Eoliche o Lipari, dove il Seguenza trovò i medesimi banchi pumicei, entro strati fossiliferi che paiono un poco più antichi di quelli di Nao. Ciò prova con evidenza che fin da quel tempo esistevano i vulcani delle Lipari. Presso S. Costantino Calabro nel fondo Campana si trovano i fossili seguenti.

P. opercularis L. abbondantissimo nei dintorni di S. Costantino.
P. pusio L.
P. varius L.
Mytilus edulis L.
Limopsis aurita Broc.
Pectunculus bimaculatus Poli
Loripes leucoma Turt.
Cardium papillosum Poli
C. oblongum Ch.
Venus verrucosa L.
V. Brongniarti Payr.
Cytherea chione L.
Artemis exoleta L.
Mactra subtruncata Da Costa
Patella ferruginea Lck.
Fissurella costaria Bast.
Cayptraea chinensis L.
Haliotis tuberculata L.
Triton corrugatum Lck. var.
Turbo rugosus L.
Trochus magus L.
T. zizyphinus L.
Cerithium vulgatum Brug.

A Tono nel comune di Rombiolo raccolse il Pignatari:
Retepora cellulosa L.
Myriozoon truncatum Pallas
Corallium rubrum L.
Terebratula minor Phil.
Pecten inflexus Poli
Trochus fanulum Gmelin
Vermetus triquater Biv.

Dorocidaris papillata A. Ag., Radioli e scudetti identici alla forma vivente nel Mediterraneo.

Echinus acutus Lck.

Echinocyamus minutus L. = *E. pusillus* Fleming, *E. angulosus* Leske, *E. partenopaeus* Costa (1867 *Mon. d. Echin.*), *E. speciosus* Costa loc. cit., *E. complanatus* Costa loc. cit., *E. granulosus* Costa loc. cit. = *E. siculus* A. Ag.? Ho paragonato i miei individui fossili con una quantità di quelli provenienti dal Mediterraneo, avuti gentilmente dal prof. Richiardi, e non ho potuto ravvisare differenza veruna. La specie del Mediterraneo è pur ritenuta identica a quella del Nord atlantico (*E. angulosus*, *E. pusillus*). Parimente, da quando la fece notare il Forbes, è ammessa senza contestazione l' identità quasi assoluta della forma fossile del Crag d' Inghilterra con la forma vivente. Il Costa ha distinto due forme del Mediterraneo (*E. parthenopaeus*, *E. speciosus*) fondate sul diverso modo di conservazione, come pure

ha ingiustamente distinto (*E. granulosus*) gl' individui che si trovano fossili nei terreni recentissimi di Ischia in luogo detto Pannella, ed una forma postpliocenica (*E. complanatus*) del litorale leccese e dell' arenaria granitica di Monteleone, luogo detto Vena. Vi sono poi altre forme analoghe o pure identiche all' *E. pusillus* intorno alle quali non verrò a discutere. La forma indicata dall'Agassiz col nome di *E. siculus* proveniente dal terreno terziario superiore di Sicilia, vale a dire dai terreni postpliocenici detti pur pliocenici superiori, secondo numerosi individui che vidi di colà, è fondata sopra individui appartenenti alla specie vivente, e per quanto sembra sopra alcuni esemplari della forma più ovale che là, insieme con gli altri, s' incontrano.

A Caravizzi fra Filandari e Jonadi, è comune la *Terebratula Scillae* Seg.

A Zea Catania fra Nao e Jonadi abbondano il *Pecten opercularis* L. ed il *Buccinum Humphreysianum* Bennet, var. *ventricosum* Kiener.

A Pata, Olivelle e Calderaie presso Jonadi, il prof. Pignatari raccolse la *Terebrutula sphenoidea* Phil.

Intorno Mileto l'arenaria è piena di *Ditrupa incurva* Ren. con *Cellaria fistulosa* L. ed altri resti organici i quali cedendo parte del loro carbonato di calcio alla roccia ne formarono quasi un calcare sabbioso discretamente compatto del quale si servono nelle costruzioni.

A Piscopìo sopra i Mulini sono:

Anomia ephippium L.
Pecten opercularis L.
Modiola barbata L.
Pectunculus bimaculatus Poli
Buccinum undatum L.

Sulla piana di Monteleone si trovano qua e là dei tratti limitati di sabbie di quest' epoca; per esempio a Vena di sopra dove il Costa indicò l' *E. minutus* L. col nome di *E. complanatus* Costa (¹), nei quartieri inferiori di Monteleone stesso, cioè nel rione detto Forgiari, lungo la scesa della via rotabile pel Pizzo, sulla strada

(¹) Il Pignatari mi ha dato alcuni pezzi di *Dorocidaris* di Vena presso Monteleone che non so se provengano dal tortoniano o dal postpliocene: forse sono del postpliocene, giacchè appartengono ad una forma che non pare molto diversa dalla *D. papillata* Agassiz vivente. Li descrivo col nome di *D. papillata* var. *calabra* m. e potrebbero anche formare una specie distinta. — Le zone porifere sono piuttosto larghe, ma poco oblique. Pori piccoli, poco allungati, separati da breve spazio; dei setti distinti separano un paio dall' altro. Aree ambulacrali poco larghe, diritte, provvedute di due serie affatto marginali di granuli piuttosto grossolani, fitti, uniformi, mammellonati; lo spazio intermedio un poco più depresso è fornito di granuli ancora più piccoli che formano due serie interne parallele alle altre e sufficientemente regolari. Aree interambulacrali con due serie di tubercoli discretamente crenulati, i cui mammelloni perforati sono piuttosto grossi e portati da una base conica, ben elevata, e cinta da un listello più esterno pure alquanto elevato. Gli scrobiculi sono ellittici o quasi, irregolarmente esagonali, un poco depressi, ravvicinati ma non confluenti, circondati da un circolo di grossi granuli mammellonati, uniformi, e poco fitti. La zona miliare non è molto larga; è depressa nel mezzo, fornita di piccoli granuli più piccoli assai dei granuli scrobiculari, sparsi e fitti. I circoli scrobiculari toccano quasi le zone porifere lungo le quali si trovano dei piccoli granuli. Radioli sconosciuti. Dimensioni come la *D. papillata.* — Differisce dalla *D. papillata* vivente perchè gli scudetti han l'area scrobiculare più depressa trasversalmente, quindi un poco più ellittica; i tubercoli scrobiculati sono più grossi, più radi, più uniformi, maggiori: la zona miliare del lato ambulacrale di ciascuno scudetto è più angusta. — Differisce dalla *D. Münsteri*, che a torto è confuso da alcuni colla *D. papillata* la quale non vidi giammai nel pliocene e nel miocene, perchè

di Piscopìo e nei luoghi detti Renella, Candela, Fontana, un poco sotto ai 500 metri. Presso la città stessa sono stati trovati a volte dei piccoli banchi di *Ostrea edulis* L. evidentemente appartenenti a quest'epoca, posati sopra gli scisti cristallini. Le sabbie si possono riconoscere per la loro incoerenza e perchè sono sempre un poco gialle e non molto grossolane; ma del resto riesce difficilissimo distinguerle in quel frastagliamento di terreni alluvionali, postpliocenici (¹) e miocenici che in lembi appena degni di nota stanno sugli schisti cristallini della Piana di Monteleone.

Sul Poro non trovai traccia del postpliocene.

§ 4. *L'istmo di Catanzaro.*

Più a settentrione della Piana si trova finalmente il postpliocene moltissimo esteso nella depressione catanzarese fra l'Aspromonte e la Sila; anzi può dirsi che esso ne riempia tutta la porzione occidentale verso il Tirreno. Gli strati sono per

gli scudetti han l'area ambulacrale ellittica, i tubercoli scrobiculati sono più grossolani, ed i mammelloni perforati sono più grossi. Dal *D. Avenionensis* Desm., quale è figurato dal Cotteau nello studio del Locard sui Molluschi di Corsica, è diversa per l'area scrobiculare più depressa, le zone porifere oblique, la zona miliare sparsa di granuli più numerosi, l'area ambulacrale più stretta.

(¹) Il Philippi ed il Seguenza indicano le seguenti specie nei contorni di Monteleone, e si dovrà intendere non nei dintorni più immediati, ma in luoghi alquanto lontani; *Balanus tulipiformis* Ell., *Anomia orbiculata* Broc., *A. ephippium* L., *Ostrea cochlear* Poli, *O. edulis* L., *Spondylus geoderopus* L., *Pecten Jacobaeus* L., *P. opercularis* L., *P. varius* L., *P. pusio* L., *Mytilus edulis* L. et var., *Pectunculus violacescens* Lck., *P. glycimeris* L., *Arca lactea* L., *A. tetragona* Poli, *A. Noae* L., *Loripes leucoma* Turton, *L. fragilis* Phil., *Diplodonta trigonula* Bronn, *Cardium edule* L. var., *C. papillosum* Poli, *C. tuberculatum* L., *Cardita calyculata* L., *Isocardia cor* L., *Astarte fusca* Poli, *A. sulcata* Da C., *Artemis exoleta* L., *Venus Brongniarti* Payr. (*V. fasciata* Da C. Phil.), *V. verrucosa* L., *V. casina* L., *Cytherea chione* L., *Tapes edulis* Chemn., *Tellina crassa* Gmel., *T. pusilla* Phil., *Psammobia vespertina* Chemn., *Donax trunculus* L., *D. politus* Poli, *D. venustus* Poli (*D. vittatus* Da C. Phil.), *Ervilia castanea* Mtg., *Mactra stultorum* L., *M. subtruncata* Da C., *Lutraria elliptica* Lck., *Thracia convexa* W. Wood, *Corbula gibba* Ol., *Saxicava arctica* L., *Venerupis irus* L., *Pholas vibonensis* Phil. (estinta), *Gastrochaena dubia* Penn., *Fissurella costaria* Bast., *Calyptraea chinensis* L., *Gibbula magus* L., *G. varia* L., *Zizyphinus striatus* L., *Z. conulus* L., *Z. zizyphinus* L., *Clanculus Jussieui* Payr. (*C. glomus* Phil.), *C. corallinus* Gmel., *Phasianella pulla* L., *Turbo rugosus* L., *Rissoa variabilis* Mühlf., *Avania cancellata* Da C., *Turritella vermicularis* Br. (*T. triplicata* non Br. Phil.), *T. decipiens* Mtrs. (*T. subangulata* non Br. Phil.), *Natica Guilleminii* Payr., *N. millepunctata* Lck., *Strombus coronatus* Defr. (estinto), *Cerithiolum scabrum* Ol., *Cerithium vulgatum* Brug., *Purpura haemastoma* L., *Buccinum undatum* L. (Nord), *Murex Edwarsii* Payr., *Euthria cornea* L., *Cyclops neriteus* L., *Nassa incrassata* Müll., *N. limata* Chem., *N. reticulata* L., *N. musiva* Broc., *N. mutabilis* L., *Columbella subulata* Broc. (*Fusus politus* Phil.), *Mangelia Vauquelini* Payr., *Mitra lutescens* Lck. (*M. cornea* Phil.), *Trivia europaea* Mtg., *Gadinia Gussonii* O. G. Costa, *Clio piramidata* Browne, *Hyalaea tridentata* Forskal. — Nei dintorni di Monteleone O. G. Costa cita (1850-56) le seguenti specie che riporto tali e quali senza le rettificazioni che sarebbero necessarie in buon numero: presso Monteleone in generale egli indica *Mytilus inflatus* Costa trovato entro Monteleone (1846) (che potrebbe essere una *Modiolaria*); *Orbulina universa* D'Orb., *Rotalina infundibulum* C. Alla Perrera sono indicati *Oxyrhina plicatilis* Ag. (citata pure a Scannapieco e sotto Vena medesimamente nei dintorni di Monteleone); pezzi di chela di Decapode macruro; *Anomia sulcata?* Poli (Parte I^a^, p. 162, tav. XIII, f. 2; che forse è un *Pecten scabrellus* Lck., del miocene); resti di *Chiton; Oplosoma fimbriatum* Costa (P. II^a^, p. 350, tav. XXVIII, fig. 11^a^; che pare un resto di *Balanus*); *Ditrupa subulata* Desh.; *Dentalina praelonga* Costa, *D. nitens* C., *D. radiuscula* C., *Planorbulina mediterraneensis* D'Orb., *Soldanina exagona* C.

lo più orizzontali o leggermente inclinati verso ovest, cioè verso il Tirreno; verso sud-est nel loro limite orientale stanno concordanti sopra ad una massa grandiosa di argille plioceniche; ma ad occidente vi si trova sotto unicamente qualche strato che, sebbene non vi abbia trovato fossili, m' è parso miocenico, nella parte più profonda delle valli. La estesa superficie delle sabbie postplioceniche è quasi piana, e giunge fino ad altezze alquanto superiori a 400 metri, ma non sopra i 500: essa s' interna anche nei seni de' monti di Maida verso Girifalco, Amàroni, e Vallefiorita, e da quel lato è circondata spesso da pareti alquanto ripide formate dagli schisti cristallini. Alcuni lembi rimasti isolati coprono ancora intorno per un certo tratto, verso il mare Jonio la sommità delle colline plioceniche. Dalla parte della Sila, continuano pure per qualche tratto sulla destra del Lamato, verso Miglierina e Feroleto-antico. La roccia predominante è la sabbia gialla, che, al solito per non essere molto coerente, scoscende franosa nelle valli profonde e nei suoi limiti più esterni sopra le argille plioceniche. Inferiormente, nella valle Lamato, si trovano pure dei ragguardevoli strati calcarei simili ad una panchina formati da un cumulo di gusci di conchiglie e da altri fossili, il cui carbonato calcare ha cementato le sabbie insieme commiste. Questo calcare viene scavato al Fondaco del Giudice dove forma banchi alquanto pendenti verso ovest, nella contrada Calderaro, verso sud-est al ponte dell'Amato, ed altrove, per ghiaiare le strade.

Tra i fossili che vi si possono distinguere, fra gli altri mal conservati, noterò:

Ditrupa incurva Ren.
Serpula porrecta L.
Anomia ephippium L.
Pecten tigrinus Müll.
Vermetus triqueter Biv.
Buccinum Humphreysianum Benn. var. *ventricosum* Kiener

In queste rocce della Valle Lamato è rappresentata tutta la serie del Postpliocene con abbondanti fossili [1]. Negli strati delle sabbie gialle inferiori, poco sopra le argille plioceniche, è abbondante la *Cyprina Islandica* Lck., specie che appunto è caratteristica di cotali strati più antichi; la si trova pure negli stessi strati postpliocenici ma fuori della regione che mi sono prefisso di studiare, nel Monte S. Maria sotto Catanzaro. Sopra succedono gli strati postpliocenici più recenti, costituiti per lo più da un'arenaria calcare grigia talora interamente formata da minuti frammenti di conchiglie, con *Buccinum undatum*, *Buccinum Humphreysianum* ed altre specie certamente boreali.

Tra Caraffa e Vena, prima d'entrare in paese, il Lovisato trovò:

Ditrupa incurva Ren.
Pecten opercularis L.
Calyptraea chinensis L.
Cerithium scabrum Olivi
Nassa musiva Broc.
N. serraticosta Bronn.
N. semistriata Broc.

[1] Il Philippi, il Costa ed altri citano parecchi fossili pliocenici e postpliocenici senz' altra indicazione che questa di valle Lamato o Amato. Io non li riporto perchè probabilmente essi furono raccolti al di là dei confini della regione che ho impreso a studiare, dove infatti tali fossili sono molto abbondanti.

A Caraffa, nelle sabbie grossolane più alte:

Spondylus goederopus L.
Pecten pes lutrae L.
P. Jacobaeus L.
Mytilus galloprovincialis Lck.
Pectunculus bimaculatus Poli
Arca Noae L.
Chama sinistrorsa Brug.
Cardita pectinata Broc.
C. trapezia L.
C. intermedia Br.
Lucina reticulata Poli
Cardium papillosum Poli
C. oblongum Ch.
Cytherea chione L.
C. multilamella Lck.
Mactra subtruncata Da Costa
Patella ferruginea L.
Haliotis tuberculata L.
Fissurella graeca B.
Cylichna cylindracea Penn
Turbo rugosus L.
Trochus conulus L.
T. Guttadauri Phil.
Natica Guillemini Payr.
N. Josephinia Risso
Chenopus pes pelicani L.
Turritella tornata Br.
Scalaria communis L.
Conus mediterraneus Brug.
Cassis saburon L.
Cerithium vulgatum Brug.
Nassa limata Chemn.
N. musiva Broc.
Eione neritea L.
Euthria cornea L.
Buccinum undatum L.
B. Humpreysianum Benn. var. *ventricosum* Kiener
Murex trunculus L.
M. craticulatus Broc.
M. multilamellosus Phil.
Ranella reticularis L.
Triton nodiferum Lck.
T. corrugatum Lck. var. intermedia tra la forma vivente ed il *T. distortum* Broc. pliocenico.

Un poco ad oriente di Borgìa furono raccolte dal Rambotti e studiate dal dott. Foresti le seguenti specie (1877 Mss):

Anomia ephippium L.
Ostrea plicata Chemn.
Pecten Jacobaeus L.
P. varius L.
P. flexuosus L.
P. opercularis Lck.
Nucula sulcata Bronn
Mytilus galloprovincialis Lck. (*M. edulis* L.)
Lucina borealis L.
L. reticulata Poli (*L. pecten* Phil.)
Cardium edule L.
C. tuberculatum L.
Venus gallina L.
V. ovata Penn.
Cytherea chione L.
Mactra subtruncata Da Costa
Dentalium dentalis L.
D. Delessertianum Chemn, (*D. elephantinum* Gmel.)
Calyptraea chinensis L.
Natica millepunctata Lck.
N. sordida Phil.
Vermetus subcancellatus Biv. (*V. intortus* non Lck.)
Turritella tricarinata Broc.
Nassa limata Chem. (*N. prysmatica* Br.)
N. semistriata Br.
Eione neritea L.

Nelle sabbie tra Squillace e Borgia, il Lovisato raccolse le seguenti specie che io determinai:

Terebratulina caputserpentis L.
Pecten opercularis L.

P. scabrellus Lck.
Loripes leucoma Turt.
Cardium papillosum Poli
Caliptraea chinensis L.
Trochus miliaris Br.
Chenopus pespelicani L.
Natica Guillemini Payr
Nassa limata Ch.
N. semistriata Br.
Fusus lamellosus Bors.
F. rostratus Ol.
Murex multilamellosus Phil.

A Girifalco:

Waldheimia cranium Müll.
Terebratulina caputserpentis L.
Terebratula minor Phil.
Pecten opercularis L.
Pectunculus bimaculatus Poli
Natica milepunctata Lck.
Turritella tornata Br.
Buccinum undatum L.

§ 5. *Disposizione generale degli strati ed orografia dell'epoca postpliocenica.*

Riepilogando come il solito quel che si è detto, vediamo il postpliocene, per quanto si manifesta alla superficie intorno all' Aspromonte, formato esclusivamente da sabbie e da conglomerati con fauna litorale che posano per lo più discordanti sui terreni anteriori. Nel fianco occidentale le sabbie sono rossastre e meno grossolane, e formano dei banchi interrotti e limitatissimi fino ad altezze poco maggiori di 250 metri. Nelle pendici orientali e settentrionali invece si trovano delle sabbie giallastre e dei conglomerati molto estesi, fino ad altezze di circa 500 metri. A quest'altezza però si trovano soltanto dei lembi assai piccoli ed interrotti. Secondo ogni verosimiglianza si può ritenere che il mare postpliocenico sommergesse tutto l'Aspromonte per lo meno fino a quella altezza, tanto dalla parte occidentale e settentrionale, quanto verso mezzogiorno e verso oriente. Se da quest' ultimo lato non si trovano se non dei lembi interrotti, ciò vuol dire che la denudazione operando in quel breve tratto di spiaggia sollevata dopo il postpliocene fra il monte ed il mare, ha fatto sparire una gran parte dei terreni postpliocenici, siccome presentemente è in via di toglierne anche le ultime tracce per estesi tratti. In quell' epoca l'Aspromonte non formava più una serie d' isolette come ne' tempi antecedenti, bensì emergeva probabilmente in tutta la sua lunghezza e formava un' isola sola piuttosto grandiosa, più somigliante che mai per lo innanzi all'odierno Aspromonte, la quale forse si elevava sopra al mare per tutto quel tratto della giogaia che si alza da 500 metri in su. Sempre secondo i calcoli meno inverosimili che ci vien concesso di fare in queste difficili ricerche di paleogeografia ciò si doveva ad un sollevamento definitivo di qualche centinaio di metri, avvenuto dopo il principiare dell'epoca pliocenica. Tra le sommità principali della nuova isola dovevano essere le seguenti che prima avevano formato il culmine d'isolette staccate minori, durante il pliocene ed il miocene: Montalto (circa 1500 metri), monte Pecoraro (circa 900 m.), monte Croceo (circa 800 m.) e Serralta (circa 500 metri). La spiaggia scendeva in molti luoghi a picco, siccome accade tutt' oggi in tanti luoghi anche dell'Italia meridionale; e tracce di quei ripidi terrazzi prospicienti sul mare rimangono fra Maida e Vallefiorita, fra Vallelonga e Gerocarne intorno alla Piana, e si potrebbero aggiungere in altri luoghi presso i quali non si vedono presentemente terreni postpliocenici perchè,

con molta probabilità, furono portati via dalla denudazione. Varî golfi e seni di mare di cui si vedono tuttora le traccie frastagliavano quella spiaggia. Uno stretto non molto profondo divideva ancora l'Aspromonte dalla Sila, ed un altro stretto ben poco più largo di quello odierno di Messina separava la Sicilia. Dalla stessa parte della Sicilia, ma più a settentrione, si elevava accanto all'Aspromonte forse per la prima volta un' altra isoletta, discretamente estesa in giro, ma quasi piana, cioè l'isola del Capo Vaticano, staccata pur essa dal mare per via di terrazzi uno dei quali più precipitoso degli altri scoscendeva verso mezzogiorno, sopra l'odierna Piana di Nicotera, coperta allora dal mare postpliocenico, siccome lo è oggi dai sedimenti di quell'epoca. Riprova di un certo fondamento nei calcoli e nei tentativi di ricostruzione di quell'epoca che ora faccio, è il fatto che mentre nella piana di Monteleone la quale di rado supera 500 metri, pur si trova qualche limitatissimo lembo di postpliocene, di questo non vidi traccie, nè seppi che mai altri ne avesse trovate, negli altipiani del Capo Vaticano che in varî luoghi superano l' altezza di 500 metri. Uno stretto largo una diecina di chilometri; ma non più profondo di 250 metri ed il cui suolo era formato dal miocene o forse anche dal pliocene più tardi scomparso, divideva l'isola del Capo Vaticano dalla giogaia principale. Questo basso fondo seguitava verso settentrione fino allo stretto catanzarese, e verso mezzogiorno si allargava nella regione della Piana.

Nell' istmo di Catanzaro la profondità massima non dovette passare se non forse di poco il limite di 400 metri. A profondità un poco maggiori si depositarono forse i terreni postpliocenici le cui tracce sono rimaste qua e là sulle pendici orientali, che in qualche luogo notai trovarsi all'altezza di appena 50 metri sul mare. La natura un poco differente delle sabbie orientali da quelle occidentali si deve forse alla profondità un poco maggiore nella quale si depositarono le prime, all' azione di correnti e di traversìe marine che probabilmente dovevano rendere un poco differenti le circostanze del mare occidentale che invece d'essere libero ed aperto era frastagliato da numerose e grandi isole. Ad ogni modo il fatto che il sollevamento, non maggiore di 500 metri, non ha potuto ancora scoprire intorno all' Aspromonte i sedimenti postpliocenici più profondi che un sollevamento maggiore ha scoperti in Sicilia, ed il trovarsi quasi sempre la base dei terreni postpliocenici circostanti all' Aspromonte a ragguardevoli altezze sopra il mare, confermano insieme con la natura litologica e con la fauna che gli strati sono soltanto litorali.

Nel mare postpliocenico, anzi fin dal termine del Pliocene, presso al fianco occidentale dell'Aspromonte, nell'angolo formato da questo e dai monti messinesi, s'innalzavano già i vulcani Eolici. Vulcano stesso, o Lipari, od altri vulcani vicini, forse oggi scomparsi, eruttavano già e comparivano come isolette in mezzo al mare. In gran parte a pioggie di ceneri le quali dopo essere state lanciate in aria ricadevano nel mare, si debbono gli straterelli di pomice sgretolata di Nao e di Salice, la quale pomice se in origine fosse stata in frammenti più o meno grossi sarebbe stata gettata alla spiaggia e non caduta al fondo per fare parte di strati sottomarini come al Salice nel Messinese. A Nao bensì dove gli strati postpliocenici sono alti circa 450 metri, può credersi che a formare i banchi d'origine vulcanica abbia contribuito in parte la pomice stessa gettata alla spiaggia. Sul terminare dell'epoca

pliocenica avea luogo il sommuoversi della vulcanicità, come nel mare siculo e nella Sicilia stessa, così in tutta l'Italia centrale e meridionale.

Ripeterò qui quel che già dissi per il Pliocene, che cioè le supposizioni fatte sul livello del mare postpliocenico si debbono riferire principalmente al principiar dell'epoca, giacchè durante la medesima il sollevamento, lento ma continuo ed incessante, doveva alzare via via l'Aspromonte. I luoghi più alti sul fondo del mare furono i primi emersi, e prima vi cominciò l' opera della denudazione, per cui si comprende come sulla Piana di Monteleone, che doveva essere ad assai poca profondità sotto il mare, si trovino sì ristretti e sì isolati lembi di terreno postpliocenico.

§ 6. *Paragone con altri terreni, e caratteri dell'êra postpliocenica.*

I terreni postpliocenici assumono grandissime estensioni nell' Italia meridionale ed in Sicilia dove sono formati anche da sedimenti d'alto mare, e dove furono benissimo distinti dal Seguenza, il quale, seguendo l'ordinamento più antico del Lyell prima che il Lyell stesso lo modificasse, attribuisce que' terreni al pliocene recente, la qual cosa però non porta differenza con l' opinione manifestata da me, essendo quella denominazione sinonimo di Postpliocene. Non tutti però i geologi recenti che hanno visitato quelle regioni usarono nel distinguere que' terreni la medesima accuratezza del Seguenza; così per es. il Fuchs nello studiare le rocce dei dintorni di Taranto affermò che non vi si trovavano formazioni quaternarie, e seguìto poi dal De Giorgi e da altri che prestarono fede alla sua autorità, attribuì al pliocene una gran parte di quegli strati che appartengono al postpliocene più recente. La grande estensione dei terreni postpliocenici la quale circonda tutta l' Italia meridionale dove il sollevamento recente pare sia stato molto maggiore che nel resto della penisola, viene a diminuire via via e forse a cessare del tutto nell'Italia centrale. Nel versante tirreno gli strati postpliocenici si estendono ancora assai sul Lazio e nella campagna romana formando fra gli altri gli strati con *Cyprina islandica* del Montemario da alcuno attribuiti ancora al Pliocene; cessano poi nelle colline di Montalto e di Corneto, dove alternano con grandi quantità di rimasugli vulcanici sottomarini, ed appena un piccolo lembo non più sollevato di 50 o 60 metri sul mare continua nelle isole lungo tutte le coste toscane per Orbetello, e Cecina fino a Livorno. Un poco più nell'interno s'innalzano gli strati con *Cyprina islandica*, i quali formano una massa sull'antico litorale pliocenico a Vallebiaia nel Pisano e sono coperti da strati con *Pecten pes-lutrae* e *Balanus*. Fuori di questi luoghi non si conoscono nella parte centrale e settentrionale della penisola altri strati postpliocenici marini; soltanto lungo il settentrione dell'Apennino, a Castellarquato è forse una piccola serie degli strati marini più antichi del postpliocene, con *Cyprina islandica*. Però vi sono nella parte interna della penisola e brecce e terreni palustri, tufi vulcanici senza fossili, strati alluvionali e travertini, tutte formazioni continentali di quest'epoca, con flora molto simile a quella pliocenica, e con fauna pel contrario non molto diversa da quella odierna. Nella porzione più elevata delle Alpi Apuane e di tutto l'Apennino settentrionale cominciano i depositi glaciali che poi si estendono con grande sviluppo lungo tutte le Alpi, sostituendovi i sedimenti marini coetanei dell'Italia meridionale.

Che questi sedimenti sottomarini sieno equivalenti a quelli continentali glaciali.

lo dimostrai già altrove con parecchi argomenti [1]. Il Brugnone ed il Monterosato sembra che non convengano di quella equivalenza, senza però dare ragione del loro dubbio e senza dire a quale epoca debbano appartenere quei terreni marini. Ma io resto alla mia antica opinione, perchè e questi terreni e quelli glaciali sono compresi entro termini uguali di tempo, succedendo ambedue all'epoca pliocenica, ed essendo ricoperti da terreni geologicamente poco lontani dai tempi nostri. E gli uni e gli altri poi presentano gli effetti di una medesima cagione rispondente ad una sola unità di tempo. Allo sviluppo grandioso de' ghiacciai sul continente corrispondono abbassamento di temperatura nei mari ed in tutta la regione circostante, emigrazione dai mari di specie e di generi tropicali pur tuttavia viventi ne' mari più caldi, ed invasione di specie, e fin di generi, schiettamente polari, discesi dal settentrione dove pure rimasero i loro confratelli, e poi tornativi, od estinti a dirittura nel Mediterraneo, quando i ghiacciai si ritirarono e il clima tornò temperato. La ragione che produsse gli uni fenomeni e gli altri fu l'invasione de' ghiacci; l'unità di tempo nella quale que' fenomeni ebbero luogo fu l' epoca postpliocenica glaciale succeduta a quella pliocenica ed antecedente a quella attuale. Può darsi che i ghiacciai cominciassero a svilupparsi fino dal terminare del pliocene; ma nella fauna marina di quest'epoca non abbiamo prova che il clima diventasse frigido o glaciale; la prova invece è data chiaramente come ho detto da una parte della fauna marina del postpliocene, la quale mostra che almeno a quest'epoca corrisponde il massimo sviluppo de' ghiacci.

L'importante cambiamento avvenuto nelle circostanze climatologiche rende lo stacco del pliocene dal postpliocene che apre l'epoca quaternaria abbastanza deciso come la netta divisione che separa il Piano Pontico dal Tortoniano. Per questa ragione mi parve giusto attenermi alle divisioni ultime proposte dal Lyell e distinguere a dirittura il postpliocene dal vero pliocene, piuttosto che attenermi col Seguenza e con altri alle divisioni antiche e riporre ambedue quei terreni nel pliocene, appellando uno vecchio pliocene o pliocene antico, e l'altro pliocene recente: ma ripeto questa differenza è più di nome che d'altro.

Per le circostanze nelle quali si trovava la fauna del postpliocene, della quale ho dato sopra tanti esempî, si scorge in essa, e specialmente in quella degli strati più antichi, un insieme di parecchi elementi, di cui, per l'importanza dell'argomento, e perchè nessuno se ne è mai occupato, farò almeno un brevissimo esame, considerando nel suo insieme la fauna di Calabria accennata da me e la fauna indicata in altri luoghi contemporanei quando le indicazioni meritino piena fede com' è pegli strati di Monte Pellegrino e Ficarazzi studiati dal Monterosato e dal Brugnone, per altri strati dell'Italia meridionale studiati dal Philippi e dal Seguenza, pegli strati del Monte Mario studiati dal Ponzi e da tanti altri, per quelli di Rodi studiati dal Fischer [2] e per quelli di Vallebiaia studiati dal Manzoni e dal Lawley.

Lascio i fossili del Livornese i quali furono studiati colla maggiore accuratezza possibile dall'Appelius, ma furono raccolti da altri, non da lui, sì che vi è qualche

[1] C. De Stefani, *Sedimenti sottomarini dell' epoca postpliocenica in Italia* (Bull. r. Com. geol. 1876).

[2] *Paléontologie des terrains tertiaires de l'Ile de Rhodes.* II. Mém. Soc. géol. de France 1877. Ser. 3e, tom. I.

confusione, per quanto non grande. È dunque a distinguersi da prima un insieme di specie caratteristiche del pliocene, anzi credute da qualcheduno fin proprie del miocene, le quali specie non giunsero all'epoca nostra, ma si estinsero in gran parte nella prima età del postpliocene, od al terminare di questo; fra cotali specie ricorderò: *Neaera crispata* Scacchi, M. Pellegrino; *Clavagella bacillum* Broc., Monte Pellegrino, Vallebiaia, Monte Mario; *Arcopagia corbis* Bronn, Vallebiaia, Monte Mario. Rodi; *Cardilia Michelottii* Desh. Vallebiaia, *Venus libellus* Rayn, Monte Mario; *Cardium multicostatum* Broc. Vallebiaia, Monte Mario, Rodi; *Arca mytiloides* Broc., Vallebiaia; Monte Mario; *A. pectinata* Broc., Monte Mario, Rodi; *A.* cfr. *turonica* Dujard. Vallebiaia, *Nucula placentina* Lck., Monte Pellegrino, Ficarazzi, Monte Mario, Rodi; *Modiolaria sericea* Bronn., Monte Pellegrino, Ficarazzi, Monte Mario, Rodi; *Plicatula mytilina* Monte Pellegrino, Vallebiaia, Monte Mario, Rodi; *Brocchia sinuosa* Broc., Monte Pellegrino, Monte Mario, Rodi; *Niso eburnea* Risso, Vallebiaia, Monte Mario, Rodi; *Turritella tornata* Broc., Vallebiaia, Monte Mario, Rodi: *Strombus mediterraneus* Duc. Tunisi, Bovetto, Taranto, Maiorca, etc.; *Cancellaria hirta* Broc., Vallebiaia, Monte Mario; *Alvania diadema* Dod. Vallebiaia: *Potamides* cfr. *turbinatum* Broc.; Vallebiaia; *Murex Sowerbyi* Mich., Vallebiaia; *M.* cfr. *coelatus* Grat., Vallebiaia, Carrubbare; *Monoceros monacanthos* Filiceto presso Vallelonga; *Nassa musiva* Broc.; (*typus*), Vallebiaia, Monte Mario, Rodi; *Cerithium varicosum* Broc., Vallebiaia, Monte Mario.

Si potrebbero aggiungere il *Cardium pectinatum* L., Vallebiaia, Monte Mario, Rodi; la *Rissoina decussata* Mtg. Vallebiaia, ed altre specie forse, le qnali, estinte nel Mediterraneo, vivono ancora in mari più caldi.

Un' altra serie è quella delle specie le quali, senza essere propriamente circumpolari, viveano nell'Atlantico settentrionale, ma non ancora nel Mediterraneo, che poi si estesero eziandio a questo mare, quando il clima divenne più freddo. La più notevole di tali specie è la *Cyprina islandica* Lck. (monte Pellegrino, Ficarazzi, Vallebiaia, monte Mario, Rodi, S. Maria presso Catanzaro, ecc. ecc.) oggi vivente nell'America boreale, in Groenlandia, nell'Islanda, in Norvegia e nell'Atlantico, ma non più a sud del golfo di Guascogna, e fossile nel glaciale di Norvegia. Essa durante il pliocene vivea già nei mari del Belgio e dell'Inghilterra; negli ultimi tempi del Pliocene o durante il postpliocene trasformandosi leggermente, secondo l'opinione del Pantanelli, scese al Mediterraneo pel raffreddamento avvenuto, come pure opinò l'Agassiz, e nell'epoca odierna è rimasta solo nell'Atlantico settentrionale. Si possono citare eziandio altre specie comparse nel Mediterraneo durante il postpliocene e ritirate poi nell'Atlantico europeo, sebbene non si possano dire assolutamente circumpolari; tali sono *Waldheimia cranium* Müller (Messina, Gerace ecc,) che vive oggi nell'Atlantico dalla regione Lusitanica alla Norvegia, alla Groenlandia, all'America boreale, allo Stretto di Behring, al Giappone; *Pectunculus glycimeris* L. (fossile a Monte Pellegrino, Ficarazzi, ecc.) vive dalle Canarie e da Madera alla Norvegia occidentale; *Mactra solida* L. (Monte Pellegrino e Ficarazzi) vive nell'Atlantico europeo, non giunge però alla Norvegia; *M. helliptica* Brown (Barcellona) vive dalla Brettagna all'Islanda; *Panopaea norvegica* Spengler (Ficarazzi) vive dalla regione Britannica all' Islanda, allo stretto di Behring, all' America boreale; *Modiola modiolus* L. (Carrubbare, Messina) vive

nell'Atlantico europeo fino in Islanda, Groenlandia, Spitzberg, stretto di Behring. America boreale; *Dentalium entalis* L. (Ficarazzi) Atlantico europeo fino in Islanda; *Trochus crispulus* Phil. (monte Pellegrino) Atlantico europeo, non circumpolare; *Turbo peloritanus* Cantraine (monte Pellegrino) Atlantico non circumpolare; *Rissoa substriata* Phil. (Ficarazzi) Atlantico non circumpolare; *Trichotropis borealis* Brod. (Ficarazzi) dall'Inghilterra all'Islanda, Groenlandia, America boreale, stretto di Behring; *Neptunea antiqua* L. (Ficarazzi) Atlantico europeo fino alla Norvegia meridionale; *Trophon truncatus* Strömayer (Messina) dalla Brettagna allo Spitzberg, Groenlandia; *Borsonia Marini* Libassi (Ficarazzi) Atlantico, non circumpolare; *Fissurisepta rostrata* Seg. (Messina) Seno di Cristiania; *Patella vulgata* L. (Messina) Atlantico fino alla Norvegia meridionale; *Puncturella noachina* L. (Messina), dalle isole britanniche allo Spitzberg, Groenlandia, Islanda, America boreale, Giappone; *Pedicularia Deshayesiana* Seg. (Messina) Atlantico, non circumpolare; *F. papillosa* Seg. (Messina) Atlantico europeo; *Cylicna alba* Brown (Messina) dalle isole britanniche allo Spitzberg, Groenlandia, America boreale, Giappone, ecc.

Molte altre specie, di ciascuna delle quali però non si potrebbe con certezza fare la storia, vennero pur nel postpliocene dall'Atlantico al Mediterraneo, e mescolandosi con quelle indigene dal pliocene, sono restate definitivamente ed hanno prosperato nei mari nostri.

Ma le specie più importanti a considerarsi sono quelle prettamente polari; scese per un momento fino a noi, quasi al terminare del postpliocene, esse ritornarono oggi alle primitive e ghiacciate loro sedi. Tra le più notevoli ricorderò le seguenti: metto fra parentesi i luoghi nei quali furono trovate fossili, e cito i luoghi nei quali vivono, seguendo in gran parte un importantissimo lavoro del Sars [1]. *Crenella decussata* Mtg. (Monte Pellegrino). Specie artica che dalle spiaggie occidentali della Norvegia va fino allo Spitzberg, alla Groenlandia ed all'America boreale; *Tellina calcaria* Chemn. (Ficarazzi), Atlantico boreale, Norvegia meridionale, Islanda, Spitzberg, mare di Behring, America boreale, fossile glaciale in Norvegia; *Mya truncata* L. var. *uddevallensis* (Ficarazzi), mentre il tipo vive anche nei mari britannici, la varietà è propria del circolo polare, e vive in Norvegia, Islanda, Spitzberg, Groenlandia, e nell'America boreale; *Lima excavata* Chemnitz (Messina), Norvegia e Finnlandia occidentale, Lofoten; *Pecten islandicus* Müller (Messina), Norvegia settentrionale, Islanda, Groenlandia, Spitzberg, America boreale, mare di Behring, fossile nel glaciale in Norvegia, « aegte arktiske Art » (Sars p. 16); *Trachysma delicatum* Phil. (Messina), Lofoten; *Admete viridula* Müller (monte Pellegrino), Norvegia, Islanda, Groenlandia, Spitzberg, America boreale, mare di Behring « arktiske Form » (Sars p. 217); *Buccinum undatum* L. (Ficarazzi, monte Pellegrino, Oreto, ecc.) « Denne vel bekyendte Art er ogsaa overalt i vor arktiske Region meget almindelig » (Sars p. 255). Si deve notare però che queste specie, salvo la *Crenella decussata* e la *Lima èxcavata* trovansi pure nel più antico *Crag* pliocenico d'Inghilterra.

Come accennavo sopra non è uguale in tutti gli strati la proporzione delle specie prettamente boreali, e di quelle rimaste dal pliocene ed estinte poi; anzi il massimo

[1] O. Sars, *Mollusca regionis articae Norvegiae*. Christiania, 1878.

delle specie boreali, cioè quasi tutte quelle che ho ultimamente ricordate, si trova negli strati superiori, insieme con poche specie plioceniche, mentre il massimo delle specie plioceniche, le quali andarono poi velocemente estinguendosi, si trova negli strati inferiori, insieme con la *Cyprina islandica* e con altre specie dell' Atlantico comparse per la prima volta e poi di nuovo sparite. Sopra questa diversa proporzione delle specie plioceniche e delle specie boreali si può fondare una reale distinzione fra la zona inferiore e la zona superiore del postpliocene ed io distinsi già un postpliocene inferiore del quale ritenni tipici rappresentanti gli strati con *Cyprina islandica* di Vallebiaia e di Monte Mario, da un postpliocene superiore cui attribuii gli strati con molte specie polari di Monte Pellegrino, dei Ficarazzi e di molti altri luoghi della Sicilia e dell' Italia meridionale. Quegli strati attribuiti al postpliocene inferiore hanno ancora molta somiglianza con quelli del pliocene, e da alcuni furono posti in questa epoca, non però dallo Stoppani e dal Manzoni che già prima di me li avevano ritenuti postpliocenici. Come tali infatti li chiarisce la fauna de' mammiferi, per quel poco che in questi ultimi tempi si è conosciuto di quei luoghi: invero, furono scavati nelle sabbie marine del monte Mario dei resti di un *Elephas*, che il Ponzi ha attribuito all' *E. antiquus* Falc. specie caratteristica del postpliocene. Il Seguenza ritiene come sinonimo del suo pliocene recente, ovvero postpliocene, il piano Siciliano, nome proposto dal Doderlein nel 1870 per gli strati con specie boreali di Sicilia; ma poi aggiunge come termine inferiore dell'epoca quaternaria il piano Sahariano del Mayer cui attribuisce alcuni degli strati da me pure considerati postpliocenici, aggiungendo che alcuni dei fossili loro mostrano già il prevalere di un clima molto meno freddo di quello glaciale antecedente. Si potrebbe osservare che il nome proposto dal Mayer, come quello del Doderlein, e come tanti altri che ho notati nel corso di questo scritto, hanno il difetto di essere nomi dedotti per lo più da luoghi limitati che si vogliono alzare all'onore di distinguere epoche geologiche mondiali. Ma prescindendo da ciò, parmi che il piano Sahariano, non quale lo suppone il Seguenza, ma come l'intende il Mayer suo sostenitore, sia sinonimo del piano Siciliano come l'intende il Seguenza: infatti l'uno e l'altro succedono immediatamente al vero pliocene, e, si dica pure, con ambedue i suddetti autori, all'Astiano; inoltre l'uno e l'altro equivalgono al tempo del massimo sviluppo de' ghiacciai. Però il piano Siciliano fu principalmente proposto dal Doderlein per gli strati con specie boreali del tipo di quelli di Monte Pellegrino e dei Ficarazzi, appartenenti quindi alla parte superiore del postpliocene come s'è inteso ora, e solo per estensione il Seguenza l' ha applicato agli strati postpliocenici più antichi. Per conseguenza mentre al postpliocene inferiore può spettare, se vuolsi, il nome di piano Sahariano, al postpliocene superiore può darsi altrettanto giustamente quello di piano Siciliano. La distinzione però, a quanto si sa, non potrebbe farsi, per mancanza di criterî, negli strati continentali formati in circostanze diverse da quelli marini, ed anche per questi ultimi non è sempre facile a fare; dovrà accettarsi perciò non come distinzione assoluta di età, ma come un ordinamento semplicemente relativo.

Ad ogni modo, volendo distribuire gli strati postpliocenici della Calabria in due piani, uno inferiore relativamente all'altro e simile a quello degli strati di Vallebiaia

e Monte Mario, e l'altro superiore simile a quello di Ficarazzi e Monte Pellegrino, si potrebbe fare il seguente ordinamento. Nella zona superiore, si debbono mettere pella massima parte gli strati disposti lungo il mare Tirreno ed una porzione di quelli dei dintorni di Gerace; tali sono gli strati dei dintorni di Reggio, delle Carrubbare, di Bovetto, Pezzo, Cannitello, Villa S. Giovanni, Pentimele, Capo d'Armi, Palmi, S. Cristina, Rosarno, Scrofario, Filiceto, S. Nicola di Crissa, S. Angiolello, Zea Catania, Tono, S. Costantino, Piscopio, Valle Lamato ecc. ecc. Questi strati, alcuni un poco più recenti, altri un pochino più antichi gli uni relativamente agli altri sono caratterizzati dal grande numero, se non a volte dalla esclusiva presenza di specie identiche in tutto e per tutto a quelle dei mari odierni, e fra le altre di specie numerose viventi soltanto nei mari boreali. Della zona inferiore fanno parte strati che si estendono molto nell'istmo di Catanzaro e, per non ripetere se non quelli fossiliferi già indicati, gli strati di Vena, Borgia, Girifalco, S. Maria presso Catanzaro, ecc. In questi mancano quasi le specie boreali al di fuori della *Cyprina islandica*, e sono già delle forme che mostrano qualche differenza, benchè piccola, da molte di quelle viventi, precisamente come negli strati di Vallebiaia e Monte Mario che ho presi per tipo della zona. Debbo perciò indicare una differenza che è fra l'opinione mia qui espressa ed un'opinione del Seguenza che altre volte (*Stud. pal. fauna mal.* 1875-76 ed in molti altri scritti) paragonò agli strati ai Vallebiaia e di Monte Mario non già gli strati che ho paragonato io, ma quelli delle Carrubbare, di Bovetto, e di altri luoghi che io invece ho messi nella zona superiore, secondo me più recente, di quegli strati dell'Italia centrale.

Il Seguenza (*Form. terz.* 1880) distingue nel quaternario o Saariano due zone, una superiore ed una inferiore; nella prima pone gli strati della Ravagnese, di Bovetto, Musala, nella seconda gli strati di Pavigliana, quelli più recenti del piano di Gallina, e quelli delle Carrubbare e di altri dintorni di Reggio. La zona inferiore si distingue, secondo il Seguenza, dal trovarvisi varie specie viventi tuttora nei mari settentrionali d'Europa insieme con talune specie estinte. Invece nella zona superiore, secondo il medesimo, con specie tuttora viventi nel Mediterraneo trovansene altre che abitano oggi mari più caldi; tali sono, egli dice, le seguenti (p. 378) *Tornatina Knockeri* Smith (coste occidentali dell'Africa), *Conus testudinarius* Martini (isole del Capo Verde), *Terebra corrugata* Lck., var. *regina* Desh. (Guinea), *Triton ficoides* Reeve (Senegal), *Natica orientalis* Gmel. (Oceano indiano), *N. porcellana* D'Orb. (Canarie), *Hyalaea quadridentata* Les. (Indie occidentali e Mar Rosso. però anche fossile nel Pliocene), *Diplodonta Savignyi* Vaill. (Mar Rosso), *Loripes Smithii* Seg. (Canarie), oltre a 4 fra Briozoi e Foraminiferi. L'autore spiega questo fatto in modo assai verosimile ritenendo che in que' tempi fossero assai più estese d'ora le comunicazioni fra il Mediterraneo ed i mari tropicali, e che il corso di correnti calde favorisse l'arrivo di quelle specie. Mi sembra però utile ricordare che la divisione del quaternario in due zone non venne fondata sopra la stratigrafia, ma per ora soltanto sulla presenza in questi od in quelli strati delle specie polari o tropicali; or potrebbe anche darsi che questa varia distribuzione si verificasse in terreni pienamente coetanei ed avesse rapporto colle diverse circostanze del fondo marino. D'altronde colle specie tropicali il Seguenza stesso ne indica alcune altre settentrionali (*Natica Montacuti*, *Cylichna alba*) nei medesimi strati e parecchie specie oggi

tropicali e mancanti al mediterraneo si trovano già nel Pliocene. Il Seguenza attribuisce poi al piano Siciliano, quindi ritiene più antichi di tutti gli strati antecedenti, i terreni fossiliferi di Monosterace, Villa S. Giovanni, Pantani, Motta, e di qualche altro luogo. A me sembrerebbe però che il grandissimo numero di specie tuttora viventi, le rarissime estinte, e quelle numerose polari riuniscano del tutto questi strati a quelli considerati come quaternarî e saariani: nè sarei del parere che questi strati vadano paragonati a quelli di Vallebiaia i quali mancano di tutte quelle specie polari, contengono maggior numero di specie estinte, e maggior quantità di forme distinte per qualche sebben tenue variazione dalle forme viventi nel mediterraneo. Secondo l'ordinamento da me adottato tutti i fossili degli strati anzidetti appartengono al Piano Superiore del Postpliocene; rappresentano invece secondo me il Piano inferiore e rispondono ai terreni di Vallebiaia e Monte Mario altri strati che il Seguenza attribuisce all'Astiano, cioè al vero Pliocene, vale a dire quelli di Gallina, Santa Cristina, Vallanidi, Cosentino e Pezzo. Il Seguenza riunisce questi strati insieme colle marne azzurrognole di mare profondo che io pure attribuii al Pliocene: ma quando attentamente si considerino si vedrà che dessi hanno molti caratteri paleontologici differenti da quelli che sono proprî delle sabbie gialle tipiche del pliocene nell'Italia settentrionale. Le mie considerazioni si svolgeranno principalmente sulla ricchissima fauna di Gallina così bene illustrata dal Seguenza. Questi dopo avere esaminato nel suo insieme le specie dei varî strati che attribuisce al piano Astiano ne trae la proporzione delle specie viventi a quelle estinte; però se avesse considerato partitamente le specie delle marne turchine secondo me veramente plioceniche e quelle delle sabbie di Gallina e de' luoghi simili avrebbe trovato assai maggiore nelle prime ed assai minore nelle seconde la proporzione delle specie estinte. Ecco la proporzione delle *specie viventi* a quelle estinte negli strati di Gallina, paragonata via via colle cifre che il Seguenza avea indicato per l' intero piano Astiano: Gasteropodi 66 per 100 invece di 63, (62, sopra 426, son nuovi); Solenoconchi 58 p. 100 invece di 41; Pteropodi 68, non 56; Lamellibranchi 75, non 66; Brachiopodi 46 per 100, proporzione minore di quella complessiva del 53 p. 100 indicata dal Seguenza; Ostracodi 44 p. 100, non 33; Cirripedi 58, non 43; Anellidi 70, non 61; Briozoari 60, non 58; Echinidi 57, non 38; Antozoari 34, non 16; Rizopodi 59, non 46. Notisi che la fauna presenta un grande numero di specie nuove sulle quali non si possono fondare considerazioni definitive: notevole è il gran numero di specie minute, ciò che la rende molto affine alla fauna del M. Mario; inoltre le non molte specie estinte comuni col Pliocene, come il Seguenza accenna, presentano delle diversità le quali mostrano trovarsi quelle in uno stato di svolgimento diverso, più recente, come le specie loro coetanee di Vallebiana e M. Mario. I caratteristici *Conus*, le *Pleurotomae*, le *Terebrae* delle sabbie veramente plioceniche mancano del tutto; d'altronde quegli strati stanno al di sopra delle sabbie ad *Amphistegina* e di altri strati veramente pliocenici, per tutte le quali ragioni io non ravviso nei medesimi i rappresentanti delle sabbie astiane dell' Italia settentrionale ma di strati più recenti.

Quanto ai fossili di Santa Cristina, con qualche specie estinta ne è alcun'altra polare, come la *Neptunea contraria*, comunissima nel postpliocene dell'Italia meridionale, mai trovata altrove nel vero pliocene, onde io ritengo che a meno di qualche confusione anche quei fossili siano tutti postpliocenici e più probabilmente della

parte superiore che della inferiore del postpliocene; non nascondo che a ritener ciò mi induce pure il non conoscere strati pliocenici in altra parte della Piana.

Gli strati di Vallanidi e Cosentino mi parrebbero postpliocenici piuttosto che pliocenici a giudicare dalla piccola proporzione delle specie estinte, e dalla presenza della *Terebratula Scillae* fin qui non indicata nelle sabbie gialle tipiche del Pliocene, ma comune invece in taluni di quei luoghi che il Seguenza attribuisce al Piano Siciliano, come pure negli strati di Gallina. Non vi ha dubbio che più accurati studî comparativi definiranno anche codesta questione.

CAPITOLO XVI.

Panchine recenti.

A levante verso l'Jonio, fra lo Stilaro e l'Allaro, s'innalzano lungo la spiaggia a poca lontananza dal mare dei piccoli lembi o piuttosto dei massi più o meno isolati ed interrotti dalla denudazione di panchina recente, ossia d'un calcare costituito dalla cementazione di svariati molluschi simili a quelli ancora viventi nel prossimo mare: esso è a volte un poco sabbioso e sempre poi cariato, e vacuolare. Lo strato è alto da uno a tre metri, ed a cagione appunto di questa poca elevazione è interrotto da ogni piccolo ruscelletto e quasi da ogni solco formato dalle acque: le masse più importanti si trovano intorno la Torre l'Ellera e la Torre di Riaci; ma dei lembi se ne vedono pure intorno al Fondaco nuovo ed alla Torre San Fili. Questi riposano sempre sopra le stratificazioni interrotte delle argille bianche plioceniche, e scendono con piano inclinato, da un' altezza che presso le Torri dell'Ellera e di Riaci è quasi di 90 metri, fino al mare. Questa altezza cui giunge la formazione mostra evidentemente l' esistenza di un sollevamento recentissimo, anzi contemporaneo, ma l'inclinazione non è dovuta al sollevamento stesso bensì al fatto dell'essersi depositato il terreno lungo la spiaggia che inclinata scendeva sotto il mare. Fra le conchiglie marine che ho raccolto presso la stazione di Riaci noterò le seguenti che tutte vivono ancora ne' mari adiacenti, e tutte conservano i loro colori naturali.

Caryophillia clavus Scac.
C. arcuata Ed. et H.
Cladocora coespitosa L.
Spondylus goederopus L.
Pecten pes felis L.
P. varius L.
Nucula nucleus L.
Pectunculus bimaculatus Poli
Cardium tuberculatum L.
Chama sinistrorsa Brug.
Corbula gibba Ol.
Venerupis irus L.
Fissurella costaria Bast.
Turbo rugosus L.
Trochus magus L.
Monodonta succincta Monterosato
Vermetus subcancellatus Bir.
Cerithium vulgatum Brug.

Insieme colle conchiglie marine sono briozoi e chele di crostacei, e superficialmente cementati vi si trovano semi-fossili dei molluschi terrestri che tutti raccolsi viventi nello stesso luogo, cioè:

Helix pyramidata Drap.
Pupa Philippii Cantraine
Clausilia Deburghiae Paulucci

Passando nel lato occidentale si trova pure qualche lembo molto interrotto di panchina recente, lungo il mare, a poca distanza da questo.

A settentrione del Pezzo, ancora lungo lo Stretto, e presso la via nazionale, s'incontra un piccolo straterello orizzontale di panchina che riposa sopra il conglomerato *gneissico* postpliocenico od anche più recente e sotto l'alluvione antica. Fra Torre Cavallo e la rupe di Scilla, sopra lo *gneiss* granitoide sta un calcare molto compatto e senza fossili, talora cavernoso, talora accompagnato da conglomerato granitico cementato, che da un'altezza superiore a 100 metri scende fino a formare alcuni scogli nel mare, presso la spiaggia, fra la marina di S. Gregorio e Torre Cavallo. A volte il calcare molto compatto sembra che riempia alcune fessure superficiali della roccia gneissica e che ne cementi i frantumi.

La batteria di Torre Cavallo è costruita sopra questa panchina, e di essa sono formate il piano della Lutra presso Scilla, come pure le pendici fra la marina di S. Gregorio e la Batteria di Paci. Sopra Bagnara ne è un altro piccolo lembo. Forse le cause della formazione di questa panchina assai compatta senza fossili di Bagnara, Scilla e Pezzo, sono alquanto differenti da quelle della panchina di Riaci e S. Fili. A formare la prima che ha quasi più l'aspetto di travertino, possono avere contribuito delle sorgenti o anche dei semplici stillicidii di acque calcarifere passate forse a traverso alcuni straterelli di calcare marmoreo che per que' dintorni si trovano nel *gneiss*: l'evaporazione sollecita sotto la sferza di un sole quasi tropicale, potrebbe aver fatto accumulare il carbonato di calce. La panchina di Riace è formata invece per cementazione delle ghiaie silicee e delle conchiglie, mediante lo stesso carbonato di calce, che le acque, contenenti sempre qualche traccia di acido carbonico, hanno tolto ai gusci de' molluschi: nello stesso modo si formano le panchine in que' litorali ghiaiosi nei quali non sieno rare le ghiaie delle rocce calcaree.

Un altro lembo di panchina sabbiosa recente, a pochi metri sopra il livello del mare, si trova poco lungi dal castello di Bivona. Vi stanno le seguenti specie di molluschi tutte ancora viventi nel Mediterraneo.

Turbo rugosus L.
Rissoa zetlandica Mtg.
Columbella rustica L.
Murex erinaceus L.
Pollia D'Orbignyi Payr.
Cerithium vulgatum Brug.
C. scabrum Olivi

Nel capitolo antecedente accennai come gli strati postpliocenici sieno portati oggi fino ad altezze di circa 500 metri. Ciò vuol dire che un sollevamento d'altrettanti metri ha innalzato tutto l'Aspromonte dopo il deposito degli strati che oggi sono a quelle altezze fino ai tempi nostri. Per effetto di tale sollevamento la Calabria ha acquistato quell'aspetto che oggi ha. Messo in secco l'antico stretto di Catanzaro ora diventato un largo istmo, la Calabria meridionale fu congiunta alla Calabria settentrionale ed al resto d'Italia. Prima di procedere, e di esaminare qual possa essere l'avvenire geografico di questo tratto d'Italia, studieremo le formazioni continentali più o meno antiche le quali gli hanno dato, direi quasi, il profilo subaereo, e le altre formazioni fluviali e marine che sono tuttora in via di sviluppo.

CAPITOLO XVII.

Alluvioni antiche.

§ 1.

L'alluvione più o meno antica è formata da terra rossa ricca di sostanze organiche accompagnata quasi sempre da ghiaie di roccia cristallina derivate dai monti sovrastanti. Essa occupa la superficie dei terrazzi che tanto si estendono nella regione tirrena, e qualche volta anche le pendici, poggiata indistintamente sopra l'una o l'altra delle rocce sedimentarie che ho descritto. Per la sua struttura fisica e pella natura chimica è terra feracissima, e vi crescono sopra le più belle e più produttive vegetazioni della Calabria.

La storia di questa alluvione sarà la storia dei terrazzi, della cui disposizione ho parlato nel primo capitolo. I lembi più meridionali dell'alluvione nel versante tirreno s'incontrano a ponente del Capo delle Armi e sopra il Pellaro, dove stanno appoggiati sopra i terreni postpliocenici marini, ed occupano la sommità di alcuni colletti, rappresentando forse i resti di antichi terrazzi formati dal mare e dai torrentelli, scomparsi sollecitamente pella facilità di franare delle sabbie.

D'origine manifestamente fluviale, e coperto di terra alluvionale rossa che nasconde il postpliocene denudato, è il terrazzo alto sopra 100 metri, che viene solcato, presso le loro foci, dai torrenti di S. Giovanni, dei Macellari e di Valanidi, i quali si sono già scavati dei letti piuttosto profondi e non imperversano più a quelle altezze. La fiumara di Valanidi anzi, la maggiore di tutte, si è formata qualche altro terrazzo a piani inferiori ed ha ricoperto anche le superficie di questi terrazzi d'alluvione che poi rivestita da vegetazione si è sgretolata sempre più ed è diventata rossastra.

Una eguale origine fluviale devesi attribuire al piano coperto di terra rossa con ghiaie alluvionali del comune di Gallina, alto sopra 250 metri, posto tra le fiumare di Valanidi e di S. Agata, e solcato dalle fiumare di Boveto, d' Armo e da altre secondarie, le quali tutte si sono scavate il letto, formando anche qualche terrazzo sottostante, minore, nell'arenaria miocenica che costituisce il sottosuolo. Più a nord l'alluvione formata al solito dalla terra rossa con ghiaie, anche nei luoghi elevati, occupa alcune pendici plioceniche e postplioceniche, e le sommità formate dalle superfici piane degli strati pliocenici fra 500 e 700 metri (monte S. Nicola, monte Goni, colle Colombo, colle S. Basili, ecc.) In molti casi il fondo piano doveva già essere formato dai banchi pliocenici emersi orizzontalmente, e le acque delle fiumare che sboccavano come ora dal monte, non avevano a fare altro che lasciarvi terra e ghiaie, qualche parte delle quali dopo varie vicende è rimasta fino a noi. Spesso la terra rossa si sarà formata per via della vegetazione durante lungo tempo sviluppatasi sulle superfici più piane di quelle rocce facilmente alterabili.

In basso, un' alluvione rossastra prevalentemente ghiaiosa, con ghiaie per lo più piatte, o a volte rotonde e più grosse di una zucca, si stende lungo il mare, dalla fiumara di S. Giovanni alle colline di Reggio, alla base dei terrazzi più alti e più antichi nominati fin qui.

Un' altra bellissima serie di terrazzi d'origine fluviale scavata nei terreni terziarî e nel *gneiss* e coperta dalla solita alluvione, s' incontra fra la fiumara Scaccioli e la fiumara di Catona. L'altezza di questi terrazzi è fra 100 (piani d'Arghilla e di Campo) e 300 metri (piani di Sambatello, di Matiniti, contrada Bruzzano, Stodaro, ecc.).

Una delle più belle serie di altipiani coperti da alluvione s'incontra fra Cannitello e Palmi sulle pendici degli *gneiss* rivolte verso il mare. Ho indicata nel primo capitolo una serie di quelle gradinate che dai piani più alti dell'Aspromonte scendono al mare fra Scilla e Bagnara. Ora in tutto il tratto di costa sopra ricordato trovansi le medesime gradinate a piani corrispondenti fra loro, di cui le più basse sono separate dal mare da pendici scoscese, alte qualche centinaio di metri, le quali, essendo in balìa delle onde, franano sempre più; talchè il mare in questo tratto, benchè lentamente, guadagna sulla terra, ed internandosi e distruggendo i piani dei terrazzi più bassi e più avanzati, rende le pendici sempre più alte e più scoscese. Ripeto qui la serie dei terrazzi maggiori scendendo dai piani d'Aspromonte (1160-990 m.) 1° piani della Serra di Tavola, del Castellaccio, del Ponte Rosso, di Canalletto, di S. Anastasio, di S. Domenico, di Scannaporcelli, di Ferlotto (850-700 metri), separati fra loro, come gli altri successivi, da torrentelli; 2° piani fra quello di S. Elia sopra Palmi e quello di Pellegrina sopra Bagnara, che segnano lo spartiacque fra il mare e la Piana, e piani della Chiusa, di S. Niccola, delle Pagliare, della Melia (510-690 m.). Questi ora nominati sono i piani più distinti; ma altri minori ne succedono nel basso ad altezze variabili, e spesso vengono riuniti insieme non da pendici a picco, ma da piani un poco più pendenti e ricoperti come gli altri d'alluvione.

Accade eziandio pei piani principali dianzi rammentati che questi talora sieno divisi in due parti pianeggianti riunite da una pendice alta varie diecine di metri alquanto inclinata, che non si trova nei piani unici corrispondenti, come accade fra il piano della Chiusa e quello di Patamia; altre volte anche due terrazzi estremi di piani differenti, per esempio quello della Melia e quello di Scannaporcelli, sono connessi da un declivio alluvionale molto dolce invece di essere separati come al solito da una ripida pendice. Un bell'esempio di simili ripiani unici che scendono lievemente da ragguardevoli altezze, è quello del piano fra il mare e la vallata del Marro, che da 620 metri dai piani di Pellegrina sopra Bagnara, scende a pochi metri sopra il mare nei dintorni di Palmi e sulla sinistra del Marro. Sebbene a depositare l'alluvione sopra questi terrazzi abbian contribuito le acque fluviali, a formarli, come vedremo, deve aver concorso l'opera del mare. Che il deposito alluvionale più basso sia molto recente lo prova ad ogni modo il fatto che presso Cannitello esso riposa sulla panchina marina recentissima. Nei piani dolcemente inclinati e solcati da numerosi torrenti che s'incontrano intorno alla Piana, nel lato meridionale specialmente, è frequente l'alluvione rossa, la quale riposa sui terreni

miocenici. Tutta la feracissima Piana fino al mare è occupata dalla stessa alluvione abbandonata evidentemente dai numerosi e grossi torrenti contigui. Essa alluvione è alta anco qualche diecina di metri, e dai tratti più elevati cui perviene a ridosso dei monti, scende con lentissimo declivio, poggiata sopra gli strati postpliocenici, fino al mare. In prossimità di questo si vedono in qualche luogo gli effetti del contrasto tra le forze del mare e le forze dei torrenti che portavano l'alluvione; ed insieme con questa, si trovano delle ghiaie discoidali forse accumulate dalle onde, e delle pomici derivanti dalle isole Eolie e buttate sulla spiaggia. Un pendio ripido, alto una trentina di metri, evidentemente formato dalle onde del mare, separa la Piana dalla spiaggia recentissima.

Prima di lasciare la Piana occorre rammentare la terra scura (*humus*) che, a volte con ghiaie, a volte senza, ricopre fin per l'altezza di 10 metri e più gli altipiani più volte ricordati dell'Aspromonte, di Mastrogianni, di Gerace, ecc., che formano le vette di una estesa regione, e coronano a più di 1000 metri il Montalto; la medesima altezza è raggiunta alle volte dalla terra rossa nei piani dianzi accennati sopra Bagnara e S. Eufemia. Già notai che in quegli altipiani più elevati si estendono per grandi tratti le sabbie probabilmente plioceniche, a volte scoperte interamente, a volte nascoste dalla terra rossa vegetale od alluvionale. In molti casi questa terra feracissima detta in volgare *scangioio* o *pilla*, senza essere prodotto di alluvione, può essersi formata per alterazione delle sabbie più fine, le quali non sono sempre silicee, ma contengono tutti gli elementi delle rocce cristalline da cui derivano, e si debbono trasformare per la lunga azione dei vegetali abbondantemente sviluppati sopra le medesime ed accumulativisi dopo la loro morte. È nota abbastanza la facoltà dei vegetali di fissare il ferro che si trova già nel suolo, o che viene portato dalle acque filtranti.

Tutto l'esteso altipiano che, quasi per fare il paio con quello fra Bagnara e Palmi, si estende a settentrione della Piana, dal Poro sopra il Capo Vaticano dove ha la massima altezza (708 metri) alla piana di Monteleone ed a quella dello Scrifi sulla sinistra dell'Angitola dove scende a circa 300 metri, forma il culmine più elevato e lo spartiacque fra il mare e la vallata interna del Mesima, ed è coperto da alluvione rossastra, la quale nasconde per lo più i sottostanti schisti cristallini insieme coi terreni miocenici e postpliocenici. Più basso si estendono degli altri terrazzi in parte formati dalla superficie degli strati postpliocenici, in parte incisi nel *gneiss* e negli schisti cristallini come dalla parte del mare intorno a Tropea (50-100 metri) ed al Pizzo (100-200 metri). Sopra questi ultimi terrazzi, e qua e là intorno a Mileto, a Francica, a Calimerà, S. Giovannello, S. Costantino ed altrove sulle pendici delle rocce terziarie si trova dell'alluvione. Se ne trova pure qua e là nei monti di Maida e di Serra S. Bruno. Bellissime spianate, fra 240 e 300 metri d'altezza, sono formate per opera de' fiumi lungo la valle del Marepotamo e del Mesima.

Nella regione orientale mancano i terrazzi così caratteristici del versante tirreno, o, come dissi altrove, se ne trovano appena delle tracce. D'alluvione rossa antica si scopre qualche lembo soltanto nelle pendici più basse dei monti lungo la spiaggia, intorno a Soverato, intorno alla valle del Turbolo e nei poggi

di Siderno e di Gerace, dove sembra raggiungere maggior altezza e dove assai facilmente si confonde colle sabbie e colle ghiaie rossastre postplioceniche, come pure colle sabbie plioceniche e mioceniche.

Entro l'alluvione, finora, non si sono trovati fossili, e solo superficialmente si trovano a volte tracce d'industria umana.

Del resto l'epoca relativamente recente, e la natura esclusivamente terrestre dell'alluvione, è provata oltre che dalla natura litologica, dalla mancanza di fossili marini, dall' essere più recente dei terreni postpliocenici e fin della recentissima panchina, siccome notai al Pezzo, e dall'essere posteriore agli ultimi sollevamenti. Questi fatti e specialmente la sovrapposizione alla panchina recente e la forma delle ghiaie, pongono in chiaro che quell'alluvione rossa non si è potuta formare se non sulla terra emersa. Lo stesso fatto, e la sua presenza sotto Parghelia e sotto Carna, sulla spiaggia fra Tropea e Briatico, negli ultimi pianerottoli alti 50 e 20 metri, emersi da ben poco tempo, mostrano che può continuare a formarsi nei tempi nostri, insieme coi terrazzi. Si può insomma conchiudere che l'alluvione rossa descritta è conseguenza di fatti successivi al sollevamento, e comincia a formarsi subito dopo l'emersione della spiaggia del mare.

La presenza delle ghiaie mostra evidentemente la sua origine alluvionale, per opera delle acque fluviali, o torrenziali; non si tratta adunque della terra rossa non alluvionale, formata in parte per altre cagioni, che sì sovente si trova sopra i calcari dalla cui dissoluzione deriva. La terra che ravvolge le ghiaie, in parte è trascinata dalle acque medesime dalle sovrastanti pendici, in parte è formata successivamente sul posto dai detriti delle ghiaie e dalle alterazioni che produce la vegetazione. Quelle ghiaie poi si possono formare tanto sui ripiani terrazzati, quanto, come si è visto, sulle pendici declivi delle colline. Se alluvionale è l'origine della terra e delle ghiaie, non è però sempre dovuta alle acque terrestri la formazione dei terrazzi che reggono quei depositi. Esempî di terrazzi formati dall'opera dei torrenti e dei fiumi sono quelli da me citati fra i torrenti di S. Giovanni e di Valanidi, fra quest'ultimo e la fiumara di S. Agata, fra le fiumare Scaccioli e di Catona, quelli della Piana, quelli nelle valli del Corace e dell'Amato. In questi casi i torrenti, uscendo con impeto dai monti quasi immediatamente soprastanti al mare, presso la spiaggia estesero il loro letto di qua e di là e spianarono il suolo, lasciandovi le loro ghiaie più o meno alte che sono rimaste fino ad oggi. Siccome il terreno continuamente si solleva, quei torrenti, per raggiungere il mare che diventa relativamente sempre più basso, devono affondare il loro letto, e non essendo chiusi da artificiali ripari, tornano ad estendersi ad un livello inferiore, costruendo nuovi terrazzi più bassi, e ripetendo così il loro giuoco, finchè il sollevamento continui, e finchè la mano dell'uomo non venga a porre ripari ed arginature artificiali. Mi limito a ripetere così in modo sommario l'artificio della formazione dei terrazzi per mezzo delle correnti acquee terrestri, senza dilungarmi, perchè il fatto è ben conosciuto e diffusamente illustrato dai geologi. Qualcheduno, e fra noi recentemente anche il Taramelli, ha supposto che la formazione dei terrazzi debba attribuirsi all' alternativa di periodi di piene che cumulano l'alluvione, e di magre erodenti, e questo sarà, almeno parzialmente, in certi casi, ma non certo nei nostri, nei quali la formazione dei terrazzi

presenta le conseguenze, non di un fenomeno alternante ed intermittente nel senso nel quale lo suppone il Taramelli, ma di un fatto continuo ed incessante, pel quale la formazione d'ogni terrazzo è strettamente connessa con uno sprofondamento successivo dell'alveo del fiume il quale non può avere altra cagione se non nel successivo abbassamento della spiaggia, cioè nel sollevamento della regione sopra il mare. Quei nostri terrazzi mostrano la loro origine esser dovuta unicamente all'opera dei contigui torrenti, pella disposizione dei piani rivolti e pendenti verso questi ed alternanti ad altezze differenti sulle due rive. Differente è l'origine di altri terrazzi coperti dall'alluvione, per esempio di quelli fra Cannitello e Palmi, e di quelli fra il Capo Vaticano ed il Pizzo. I piani di questi sono rivolti e pendenti verso il mare, e, come si vede, sono ad altezze corrispondenti per lunghi tratti di spiaggia, ed a traverso molte vallate. La loro formazione è dovuta all' attività del mare, per una serie di fatti ch'è pure ben conosciuta dai geologi, sebbene forse non sieno sempre contemplate tutte le loro circostanza possibili. Dove il mare, per un tempo più o meno lungo, abbatte una spiaggia sporgente la quale con pendenza non leggera s' inoltri sotto di esso, ivi si forma un terrazzo: non si forma questo sulle spiaggie quasi pianeggianti costituite da materie la cui accumulazione è regolata da una risultante tra la forza delle onde e la forza del vento dominante. Nel primo caso le onde abbattono la pendice e la rendono sempre più scoscesa e dirupata; il mare che mina la base del poggio guadagna sulla terra, perciò internandosi, nel più dei casi, rende anche più alta la costa che lo separa dalla terra ferma, quando sovrasti un poggio che vieppiù s'innalzi verso l'interno. I detriti strappati al poggio vengono tritati, portati altrove, ed accumulati sulle spiaggie quasi piane, là dove non abbia luogo la formazione di terrazzi. Intanto il mare allivella e spiana quel tratto di terreno sul quale prima s'innalzava la costa che egli ha minato ed invaso, quindi per una parte si forma nella terra emersa una gradinata più ripida e più scoscesa e per l'altra si estende sotto il mare una spianata meno scabrosa e più declive, la quale probabilmente pende un pochino dalla terra ferma, ove da minor tempo il mare ebbe luogo di scalzarla, verso l'alto mare, ove la denudazione fu, almeno entro certi limiti, più forte, pel maggior tempo da cui essa cominciò. Supposto che lungo la costa si verifichi un sollevamento intermittente, come di regola suppongono i geologi, cioè un sollevamento alternato da soste più o meno lunghe, si formerà una serie di terrazzi portati a livelli successivamente più alti, nei quali le pendici ripide che li separano saranno state prodotte nei tempi di sosta, mentre le spianate che li formano saranno emerse nei momenti di sollevamento più sollecito ed improvviso. La medesima serie di terrazzi, inversi, cioè tali che i più antichi saranno i più bassi, dovrà formarsi, sebbene finora non si sia detto, in caso di abbassamenti alternanti con più o meno lunghi riposi: senonchè in questo caso la sommersione impedirà di vedere la serie dei terrazzi sui quali si saranno depositati degli strati marini, fino a che un sollevamento in epoche successive non li porti di nuovo a giorno. Conviene aggiungere, io credo, che dei terrazzi si possono formare senza queste alternative, ma anco sotto l'influenza di abbassamenti o di sollevamenti uniformi ed incessanti. Basta ammettere una spiaggia intersecata da seni e da promontorî o da isolette; supponiamo che sia in balìa d' un sollevamento continuo, per quanto piccolo: il mare

abbatte dei dirupi, s'interna, e spiana intanto il terreno sommerso: il sollevamento che continua fa emergere un' isoletta o prolunga un promontorio che racchiude un seno di mare: le onde non abbattono più la vecchia rupe che una volta si avanzava contro di esse, ma le acque dolcemente ne lambiscono la base ora protetta da scogli e da promontorî più avanzati, il sollevamento che continua solleva la spianata e forma un terrazzo. Lo stesso deve avvenire per via di fenomeni inversi nel caso di abbassamento. Se poi il moto della spiaggia è continuo, piuttosto sollecito, e la spiaggia stessa rimane sempre avanzata nel mare si può formare un piano leggermente declive che a seconda del sollevamento o dell'abbassamento s'innalza sul mare o si sprofonda sotto il medesimo: per via di queste differenti circostanze non sufficentemente considerate dai geologi (¹) i terrazzi adunque si possono formare — dove il mare, per un tempo più o meno lungo, abbatte una spiaggia la quale con pendenza non leggera s'inoltri sotto di esso. — I piani che coprono la sommità di colline, come sarebbero quelli tra Bagnara e Palmi, e quelli fra il Poro ed il Piano dello Scrifi, sono formati in uguale maniera dalla forza delle onde le quali spianano i vertici finchè rimangono poco più sotto o poco sopra il livello del mare e fino a che un sollevamento maggiore od un abbassamento non vengono a sottrarli definitivamente all' azione di quello. In Calabria non è a credersi che i terrazzi coperti dall' alluvione siano opera di un abbassamento, poichè appunto l' alluvione soprastante, d'origine come ho detto terrestre, mostra la loro successiva emersione e l' immediato deposito di essa appena il terrazzo sorse dal mare. Perciò possiamo dire d'aver già le prove ben chiare, indipendentemente da altre che potremo ritrovare poi, di un sollevamento fortissimo e recente, anzi contemporaneo a noi, di tutta la Calabria meridionale. Potremmo aggiungere che quel sollevamento contemporaneo si estende alla Sicilia ed a tutta l'Italia meridionale, anzi a tutta la penisola, come lo dimostrano i terrazzi benissimo sviluppati anche lungo l'Adriatico, nel Tarentino, nelle Puglie ed altrove, il sollevamento generale di terreni postpliocenici e recenti, e tanti altri fatti di cui si discorrerà a suo tempo.

Che la disposizione dei terrazzi intorno all'Aspromonte provi l'alternativa di sollevamenti e di fermate può darsi in certi casi, ma non mi pare in altri. Alcuni dei piccoli terrazzi più recenti intorno al Capo Vaticano, ed alle marine del Pizzo, di Scilla ecc., posti poco sopra il mare, ma a livelli differenti, e spesso entro piccoli seni nelle colline, parrebbero formati piuttosto per cambiamenti nella forma della spiaggia, siccome dicevo dianzi, che per alternanze dei sollevamenti. In alcuni casi non manca però una certa corrispondenza fra terrazzi fluviali prodotti da corsi d'acqua differenti, come dovrebbe accadere nei casi di stabilità nel livello della spiaggia per una sospensione del sollevamento: ciò si vede per esempio nei terrazzi di Gallina intorno la fiumara di Vallanidi, ed in quelli di Sambatello e di Bruzzano intorno la fiumara di Catona, abbastanza lontani gli uni dagli altri, ma pur posti alla medesima altezza fra 200 e 300 metri. Una circostanza che deve aver favorito la formazione dei terrazzi in questo versante tirreno è il sollevamento avvenuto

(¹) Quete considerazioni non sono toccate in un recente lavoro importante ma forse troppo teoretico del sig. A. Rutot (*Les phénomènes de la sédimentation marine étudiés dans leur rapport avec la stratigraphie régionale*. Bull. du Musée r. d'hist. nat. de Belgique. 1863.

orizzontalmente, come lo provano, e lo si è già detto, le stratificazioni piane del tutto e non alzate ad anticlinale verso l'interno. Un altro fatto pure non trascurabile è questo che la regione da lungo tempo è sottoposta a terremotî e ad altre influenze dei prossimi vulcani, e che sebbene nei tempi storici sien citati esempî soltanto di sprofondamenti parziali lungo le spiaggie occidentali, non di sollevamenti improvvisi, pur può darsi che non di rado ne sieno realmente avvenuti, come suole nelle regioni vulcaniche. Posti così i tratti fondamentali della formazione dei terrazzi e del conseguente deporsi della terra rossa nell'Aspromonte, ed ammesso tanto per quelli marini che per quelli torrenziali il succedere dei terrazzi più bassi a quelli sovrastanti emersi prima, ne deriva che i depositi alluvionali dei piani più alti senza eccezione debbono essere via via più antichi di quelli dei piani più bassi formatisi dappoi.

Giova però ricordare che non tutti i ripiani che si incontrano nel lato occidentale sono formati per opera di terrazzamento recente. Ho già ricordati i piani degli strati pliocenici più elevati nei monti a levante di Reggio. coperti di alluvione rossa: in questo caso il piano era probabilmente bell'e formato, e l'alluvione non ebbe che a depositarvisi. Altri terrazzi che risalgono ad epoche anteriori alla nostra, però conservati così bene che parrebbero formati ieri, sono quelli, di cui pure ho parlato, del piano di Limbadi e Badìa sopra Nicotera nel Capo Vaticano, e quello esteso sulla sinistra del Marepotamo. Il primo risale all'epoca postpliocenica dei cui sedimenti è coperto, e mediante le Falde di Comerconi, alte quasi 250 metri, che segnavano la riva del mare in que' tempi, è separato dall'altipiano del Poro, il quale siccome già dissi a suo luogo, in quell'epoca postpliocenica era probabilmente emerso. L'altro terrazzo che ho più volte ricordato nella valle del Marepotamo o del Mesima separa con ripido pendìo i terreni postpliocenici e miocenici superiori che sono alla base dalle spianate alte dei monti della Serra S. Bruno. Questo dirupo rimonta perciò al miocene superiore e la sua formazione è forse in rapporto con quella de' terrazzi miocenici del Capo Vaticano di cui appunto passo a discorrere ora.

Nel descrivere i terreni appartenenti al miocene superiore accennai come nel lato settentrionale del Capo Vaticano, specialmente intorno a Tropea, si veda una serie di quattro terrazzi antichi, ora di nuovo scoperti, che menano fino alla sommità del Poro, le cui spianate sono occupate da strati del miocene superiore, mentre le pendici ripide sono scavate nel *gneiss*. Ora questi terrazzi probabilmente hanno una storia ben diversa da quelli recenti esaminati fin qui. Che dessi sieno più recenti del miocene, non parrebbe. Se fossero più antichi stimo che al di sotto del miocene superiore vi si dovrebbero trovare tracce forse di sedimenti terrestri, e per lo meno di terreni marini anteriori dei quali non è invece il menomo indizio. Forse quei terrazzi si formarono durante il miocene superiore. Per quel che riguarda il Capo Vaticano e più propriamente i dintorni di Tropea, bisogna credere che in qualche parte di quell' epoca il terreno fosse emerso almeno quanto ora, perchè ivi intorno si trovano e strati salmastri e ligniti abbondanti fin sul mare, cioè anche al livello dei terrazzi più bassi di Tropea. Pare che all' emersione succedesse un abbassamento perchè gli strati salmastri e le ligniti sono coperte da strati prettamente marini un poco più recenti. Comunque, sia che quei terrazzi si formassero durante il sollevamento e poi fossero di nuovo sommersi, sia che si formassero nel

periodo dell'abbassamento, essi vennero riempiti da strati miocenici e sono durati là in quelle parti fino ai tempi nostri. Cogli stessi fatti potrebbe essere collegata la formazione del ripiano terrazzato sulla sinistra delle valli del Marepotamo e del Mesima, sopra Soriano, Gerocarne, Dinàmi, ecc. Che tali terrazzi sieno rimasti fino a noi così poco alterati non deve recare grande meraviglia, poichè anche altri fatti dimostrano che, se non per tutto, in molti luoghi almeno, il contorno delle rocce cristalline le quali formano la spiaggia non è molto diverso da quel che era nel miocene. Lo prova fra le altre cose il fatto che molti piccoli lembi di arenarie mioceniche, al Pizzo ed altrove, limitano i contorni della spiaggia odierna, quasi negli stessi posti dove pur si estende il mare oggi, e banchi di coralli miocenici si vedono tuttora aderenti alle odierne rupi cristalline.

Un' origine non differente la debbono avere i pianalti coperti pur essi frequentemente dalle sabbie tortoniane o plioceniche le quali spesso furono portate via dalla successiva denudazione. Quei pianalti corrispondono probabilmente al punto più alto cui sia pervenuto il mare del pliocene o del miocene superiore, e questi forse segnano un periodo lunghissimo di sosta, durante il quale il mare ebbe tempo di spianare tutte le cime le quali si estendevano fra il Montalto ed i monti della Serra, sostituendovi il grande altipiano sopra Gerace, Platì, Cittanova, ecc., come pure ebbe tempo di depositarvi le sabbie derivate dallo stritolamento della roccia gneissica. Dopo quella assai lunga sosta il sollevamento portò allo scoperto quelle estesissime spianate. Un fatto molto importante, del quale non saprei trovare una spiegazione, e che già nel primo capitolo accennai, è che la spianata la quale nell' istmo di Gerace separa la Serra S. Bruno dal Montalto, e segna lo spartiacque fra il mare Jonio ed il Tirreno, scende con declivio uniforme e sempre costante da mezzogiorno verso il settentrione cioè dal Montalto dove giunge a 1190 m., alle radici della Serra S. Bruno, dove scende a 780 m., per risalire a 1150 metri nel brevissimo tratto che si estende immediatamente a ridosso della Serra. Forse questo pendìo dell'altipiano risponde a quello dello stesso crinale che prima ne teneva il luogo e che dal Montalto in poi andava leggermente abbassandosi.

Riprendendo tutt'insieme la storia dell'alluvione e dei terrazzi, riterrò adunque che taluni di questi fossero formati già nei tempi anteriori ai nostri. Una prova dell'antichità della terra rossa che per tanti metri copre in certi luoghi i pianalti, derivata in parte dall'alterazione operata dai vegetali sulle sabbie sottostanti, la dà la sua potenza e la sua estensione. Durante l'epoca postpliocenica e dopo, il sollevamento continuò; per una parte si scopersero alcuni terrazzi preesistenti, e per l'altra si formarono, ad opera dei torrenti e del mare i terrazzi più belli e meglio conservati che si possano osservare nella regione.

Nella regione orientale verso l'Jonio i terrazzi mancano ovvero sono piccolissimi ed interrotti come quelli che ho già accennato nel primo capitolo e come quelli che si vedono per es. nella valle del Turbolo intorno ai Giardini di Gioiosa. salvo i terrazzi dei Campi sopra Roghudi, di monte Cordena sopra Bagaladi e di Carrà sopra Plati, i quali per l'altezza corrispondono a quelli più elevati e più estesi della regione occidentale. Parecchie cagioni debbono contribuire a questa differenza fra le due pendici, vale a dire la natura del sollevamento che invece di essere del tutto

orizzontale sembra leggermente pendente ad anticlinale, la natura della spiaggia la quale invece di scendere a picco sul mare e d'esserne direttamente bagnata come in quei tratti del Tirreno ove i terrazzi sono meglio sviluppati, va ad immergersi con declivio più lento ed è quasi costantemente separata dal mare da un tratto più o meno largo di sabbia. Sopra tutto è contrario alla formazione dei terrazzi il carattere litologico della roccia che non è solida e compatta come potrebbe essere il *gneiss*: ma è argillosa e sabbiosa, tale quindi da non poter conservare lungo tempo le forme impressevi dal mare. Non crederei che la mancanza di terrazzi da questo lato si dovesse attribuire a cagioni più generali, poichè più a settentrione, dove la natura della spiaggia è diversa, per esempio nella provincia di Lecce, e lungo l' Jonio e lungo l' Adriatico si trovano dei terrazzi bellissimi. Anche nella regione esaminata, nell' unico luogo nel quale lo *gneiss* scende, per un tratto abbastanza ragguardevole, direttamente nel mare, cioè al Capo Stalletti, si vedono tracce di terrazzi che mancano nel rimanente della spiaggia.

§ 2.

Dall'alluvione antica a quella torrenziale e marina contemporanea, formano naturale passaggio alcuni sedimenti, a straterelli alternanti ghiaiosi e sabbiosi, d'origine torrenziale, i quali da principio dovevano formare dei cumuli di rigetto nell'apertura esterna delle valli maggiori, e furono poi scavati e solcati dai torrenti medesimi pel sollevamento sopravveniente, od anche pel succedere di un periodo di magra ad un periodo di piena. Simili depositi s'incontrano specialmente nel fianco orientale addossati ai terreni terziarî, lungo la spiaggia a destra ed a sinistra delle valli da cui derivano, e giungono ad altezze di 60 ed 80 metri, sebbene sieno limitati sempre a piccoli tratti. Il loro deporsi fu evidentemente dovuto all'improvvisa diminuzione della forza delle acque le quali scendendo precipitosamente dai monti sovrastanti incontravano il piano della spiaggia ed il livello del mare. Tali depositi ghiaiosi sono quelli estesi sulla destra del Corace, ed anche sulla sinistra presso la stazione di Catanzaro, quelli formati prevalentemente da ciottoli gneissici sulla sinistra della fiumara di Squillace, sulla destra dell'Allaro fra questo ed il Precariti, ed altri intorno al Turbolo. Nel fianco orientale queste alluvioni sono pure assai estese, ma si confondono, anche pei caratteri litologici, con quelle torrenziali descritte nel paragrafo precedente o con quelle più recenti; per cui ne discorrerò nel capo che ora segue.

CAPITOLO XVIII.

Terreni attuali.

Grotte e caverne, nei pochissimi lembi di calcare compatto che esistono nell'Aspromonte, non ne ho osservate: ma se ne citano alcune superficiali, per es. quella di Tramusa nel calcare marnoso pliocenico dei piani della Melia (Lofaro, 1877 p. 66) e quella di Trunca presso Motta sopra Reggio (loc. cit. p. 72).

Talora in prossimità dei calcari ne' dintorni di Stilo e di Canolo, ed anche presso i calcari cristallini più antichi, per es. sotto allo Scrifi nella contrada s. Giovanni fra Monteleone ed il Pizzo, si formano le solite concrezioni calcaree limitate e le osteocolle per via delle acque che depositano il carbonato di calcio tolto alla roccia che traversarono.

Fra i terreni recenti si possono accennare anche le torbe formate entro laghetti e pozze d'acqua più o meno antiche nella Piana (¹).

Le frane, le quali tanta materia apportano ai torrenti, sono frequentissime, come altrove ho detto, nelle regioni gneissiche, più rare nelle altre, e si formano tanto nell'interno delle vallate quanto sul mare. Va fatta eccezione per le frane prodotte dai terremoti nei terreni miocenici e pliocenici dei dintorni di Gerace, e nelle marne mioceniche della Piana, le quali, sebbene non sempre siano molto estese, pur furono terribili pei loro effetti grandiosi, pei tratti del territorio nel quale si originarono e pei movimenti improvvisi ed impreveduti che loro diedero origine.

Non sarà qui fuori di luogo, attesa la sua importanza geologica, un brevissimo cenno dei terribili terremoti di Calabria.

Il 5 febbraio 1783 cominciarono le prime scosse fortissime, che nello stesso anno, tra forti e leggere, salirono fino a 949, e che durarono poi per parecchio tempo anche negli anni successivi. Sebbene il terremoto si estendesse fino in Sicilia da una parte e fino a Napoli dall'altra, ma non più oltre, a quanto sembra, pur i maggiori danni e la maggior forza la ebbe nella Piana, anzi sugli orli di questa, presso al contatto dei terreni terziari colle solide rocce cristalline. La prima scossa in due minuti distrusse la maggior parte della città e de' villaggi situati sulle pendici tirrene della Calabria ultra: Oppido pare ne fosse il centro. Estesi terreni camminarono al basso e coprirono i campi sottostanti; degli alberi s'inclinarono, dice Dolomieu, fino a toccare il suolo. Presso Soriano si videro dei dislivelli nella superficie per cui alcune porzioni di terreno erano rimaste più alte fin di 10 piedi appetto ai terreni contigui; una simile faglia o dislivello si vide nella torre di Terranova che per una metà rimase abbassata appetto all'altra metà. Larghissime fessure si originarono a Polistena, ed altre, irradianti da un centro, a Gerocarne ed altrove:

(¹) Non so se a cotali giacimenti si riferisca una lignite poco buona trovata dal Pasquale e citata dal Costa (1841) ad Anoja.

molte di cotali fessure a Oppido, Sinopoli, Terranova, s. Cristina, ingoiarono delle intiere abitazioni e si richiusero immediatamente senza che di quelle, dicesi, rimanesse traccia. Più di 200 laghi si formarono nella Piana, alcuni direttamente per la formazione di cavità nel suolo, altri per le frane che chiusero il corso delle acque nei torrenti: 55 se ne formarono nel solo tenimento di Sitizzano (Di Pasquale, 1863 p. 126). Grosse pietre nell' atto del terremoto furono sbalzate in aria all' altezza di alcuni metri: il suolo crepato e, dopo avere assorbito le acque superficiali, ridotto a fango, cominciò in qualche luogo a correre, formando una pericolosa alluvione. Il mare stesso ritiratosi per qualche momento dalla spiaggia vi ritornò improvviso, ed in tal modo recò la morte a più di 1430 abitanti di Scilla. Più di 40 mila persone perdettero la vita per gli effetti immediati del terremoto.

L'osservazione delle tracce del terremoto del 1783 il quale scosse la terra non meno che gli uomini, sebbene, con ragione, si ponesse mente più alle rovine fatte a questi, che allo sconvolgimento di quella, rendono ancora un poco di fede a quelle catastrofi improvvise che formarono la parte fondamentale delle teoriche geologiche dei tempi passati, e che oggi si vogliono giustamente bandite, togliendo loro però, questa volta ingiustamente, qualsiasi anche piccola importanza nella storia della terra. Ad Oppido, Lubrici, Sitizzano, s. Eufemia, Sinopoli, s. Procopio e intorno a tutte quelle città che coprono la Piana, in tutte le valli scavate nel profondissimo terreno miocenico circondato dagli schisti cristallini, si vedono ancora i dislivelli del suolo, le frane alte fin 50 metri descritte dal Fasano e dagli autori di quei tempi, che produssero tante rovine, si vedono ancora come scalinate enormi le falde originate nella marna bianca disgregata quasi come sabbia, i cui strati scivolarono e si accavallarono gli uni sopra gli altri. Eppure, ora che senza preconcetti si possono studiare quei fatti, noi vediamo che per quanto grandiosi non alterarono se non la parte superficiale del suolo; nè gli abbassamenti e i dislivelli, per quanto si vede ora, si estesero più in giù del fondo delle valli. È noto come la forza maggiore del terremoto, quindi anche le rovine principali e le frane più grandiose tuttora manifeste avessero luogo nei punti più esterni della Piana, dove le rocce disgregate mioceniche col tenue velo delle rocce quaternarie che stanno sopra vengono a contatto immediato colle rocce cristalline antichissime le quali scendendo a picco si nascondono sotto l' orizzonte. Le regioni verso il mare situate pure sul terreno sciolto terziario e quaternario, ed i paesi situati nell' interno dell'Aspromonte sopra rocce cristalline anche a pochi passi dalla Piana risentirono molto meno e solo quasi di rimbalzo i danni del terremoto. Questo pure dimostra come la cagione dei violenti fenomeni che d'altronde non si estesero ad una regione molto grande, non fosse profondissima, e come le cause delle rovine prodotte dovessero attribuirsi per gran parte alla costituzione superficiale della regione.

I fenomeni più volte descritti e narrati si verificarono, in massima parte almeno, perchè la formazione geologica della Piana è affatto sciolta, disgregata, nè in alcun modo legata colla formazione tenace, dura, compatta, uniforme, elastica, od in poche parole assolutamente diversa, degli schisti cristallini circostanti; ed anche perchè la formazione suddetta sciolta e disgregata, giunge a profondità relativamente straordinaria, per quanto si può vedere dalla scesa a picco delle rocce cristalline

circostanti molto elevate, e dal non osservarsi alcuna traccia del sottosuolo antico, non solo nelle valli in mezzo alla Piana, ma nemmeno in quelle più vicine alle rocce cristalline, La conca della Piana rassomiglia quasi ad un ammucchiamento di farina, di calcinacci, o di rena finissima in un vassoio di legno; il paragone non potrebbe essere più perfetto. Se si dà una serie di scosse ondulatorie orizzontali al vassoio, ne' punti esterni dove la farina viene a contatto col legno si formano degli accavallamenti, delle frane, e dei terremoti tanto più potenti e marcati quanto maggiore è la profondità della farina, della rena o della materia contenuta, perchè quanto maggiore è questa profondità tanto meno il materiale solido sottostante salva gli strati via via superiori dal movimento che si propaga in essi a ondate come si propagherebbe in un liquido. Quanto maggiore è l'altezza del liquido o del materiale incoerente tanto meglio vi si propaga il movimento, finchè in uno dei lati opposti a quello donde esso proviene incontra una resistenza e si sfoga commovendo il suolo ([1]).

La disposizione stessa ed il luogo in cui accaddero le rovine principali del terremoto, quando anche altre ragioni fossero mancate, avrebbero mostrato da sè che esso derivava da movimenti orizzontali o tangenziali irradianti dalla direzione nella quale sono le isole Eolie.

Altrettanto palesi quanto le conseguenze dei terremoti della Piana, sebbene meno grandiose, e forse anche meglio conservate perchè più recenti, sono alcune tracce del terremoto del 1806 nei dintorni di Gerace nei terreni marnosi sciolti pliocenici e miocenici che giacciono intorno a rócce solide più antiche, verso il mare, in circostanze identiche alle rocce della Piana. Que' terremoti di Gerace pure dovettero essere originati da una spinta improvvisa come quelli della Piana, ma proveniente invece da una direzione opposta cioè da verso l'Adriatico. Che la scossa di Gerace non irradiasse dal medesimo punto donde irradiarono le scosse della Piana nell'altro versante dell'Aspromonte, è facile dedurlo da ciò che appunto in questo versante non si risentì alcuna traccia della scossa suddetta.

Tornando alle frane ordinarie son desse che rendono quasi impraticabili durante la stagione cattiva le strade fra le pendici jonie e le tirrene.

Le materie franate scendono ne' torrenti secondarî, vengono trascinate da questi e sono condotte a formare dei *coni di dejezione* o cumuli di rigetto lungo le vallate principali nelle quali quei torrenti hanno foce. Non starò a ricordare esempî di ciò trovandosene di bellissimi in ogni valle la quale s' interni per poco nella massa cristallina che forma la giogaia.

I torrenti o fiumare principali danno origine al medesimo fatto tosto che sboccano sul breve piano della spiaggia, che si potrebbe dire regione delle colmate. I

([1]) È opinione del Mallet che quando un'onda sismica da un terreno poco elastico passa ad un altro di elasticità maggiore, sia in parte riflessa di modo che una parte della scossa respinta produce per contraccolpo dei danni maggiori lungo la linea di contatto fra le due rocce diverse. Io pure credo che i danni maggiori così generali in simili circostanze derivino appunto dalla diversa velocità di propagazione delle onde sismiche in rocce diverse, sicchè ne' punti di contatto le onde rimangono come interrotte ed accumulate, ed in parte forse riflesse, talchè sono costrette a manifestarsi con movimenti superficiali del suolo.

maggiori cumuli di rigetto si trovano nel fianco meridionale cioè fra il Capo Spartivento ed il Capo delle Armi, e nel fianco occidentale specialmente lungo lo Stretto, essendo che in questi luoghi le sommità dei monti sono più vicine al mare ed il pendio è perciò più ripido, quindi più sollecito, e più furioso è il corso delle acque. Fra i cumuli più notabili ricorderò quelli della fiumara di Molaro o delle Saline, di Vallanidi, di s. Agata, del Calopinàce e di Gallico. Fra i più bei cumuli di rigetto sono però quelli della fiumara di Nicastro e del fiume dei Bagni che scendono dalla Sila sulla destra del Lamato nella regione contigua a quella che io esamino. Veramente grandiosa è la quantità di ghiaie e di sassi non ancora rotondati che gli accennati torrenti portano in fondo alle loro valli, talchè nelle alluvioni maggiori molti paesi rimangono rovinati, e nelle piene straordinarie del 1827 e del 1856, molti terreni prossimi alle foci rimasero coperti di ghiaie alte 6 a 7 metri. Alla foce della fiumara di Molaro presso le Saline si vede anche passando in ferrovia, sulla destra per chi va a Reggio, un piccolo edifizio scoperchiato ch'era in addietro una cappella e che ora è sepolto fino proprio in cima dai sassi del torrente. La cappella era stata costruita non molti anni sono e teneva il posto di un' altra cappella più antica la quale con ugual sorte era stata sepolta : parecchie altre costruzioni hanno avuto il medesimo destino. Il torrente Calopinace che lambisce l'estremo meridionale della città di Reggio corre già ad un'altezza di 10 metri sopra il piano delle case e se non fosse retto da dighe in muratura metterebbe in gravi pericoli la città stessa.

Dopo i diboscamenti avvenuti lungo la fiumara Zoppa che passa a Bivongi presso Stilo, gl' interrimenti divennero tali dopo il 1820 che, siccome afferma il Paillette (1840, p. 236, 1850), parecchie case del villaggio furono in breve tempo seppellite dall'alluvione. Anche le antiche gallerie di scolo delle miniere di piombo lungo la fiumara Vallanidi che giungevano sopra il livello del torrente sono oggi nascoste sotto il medesimo.

Nel fianco orientale come pure nella regione occidentale intorno alla Piana e nelle valli dell' Angitola e del Lamato dove la maggior lunghezza ed il minore pendio delle vallate non favoriscono il formarsi dei cumuli di rigetto, non sono però minori, siccome osservai a principio, le estensioni delle ghiaie nude e sterili, che le fiumare, dilagando da ogni parte senza ritegno, abbandonano presso le loro foci nel mare. Accennerò alle ghiaie del Corace, della fiumara di Squillace, del Soverato, dell' Ancinale, dell' Alaca, del Messina, del Turbolo, del Novito, delle fiumare di Gerace, di Portigliola, di Condojanni, del Careri, del Buonamico, del Laverde, della fiumara di Bruzzano, dell'Assi, dello Stilaro, del Precariti e dell'Allaro. Alcune di queste ghiaiate sono larghe qualche chilometro, come ho già accennato nel primo capitolo. Le ghiaie più estese sono quelle de' torrenti la cui foce è nelle argille, rocce più facilmente erodibili, come le argille plioceniche fra Monasterace e Roccella e le argille galestrine mioceniche fra Bovalino e Brancaleone.

Quei dilagamenti oltre che rendono sterili estesissimi tratti di terreno, i quali potrebbero essere dei più fertili, producono malsania intorno a tutte le foci dei torrenti che ho sopra indicato. La conservazione e l'estensione dei boschi nelle parti superiori delle vallate, l'arginatura e la chiusura in dighe dei corsi inferiori

dei torrenti, cose affatto sconosciute in que' luoghi, renderebbero all'aere la purezza, ed ai proprietarî nuove terre da coltivare e da rendere fiorenti come ai tempi della Magna Grecia. Il solo fatto della costruzione di ponti per la ferrovia jonia ha migliorato l'aere in qualche luogo, per la maggiore regolarità data al decorso delle acque.

Uno dei caratteri delle vallate dell'Aspromonte è la poca larghezza e la profondità loro specialmente nella parte superiore. In questa non s'incontrano terrazzi costruiti dal fiume stesso, che non mancano nella regione inferiore; ma tutt'al più vi si trovano tracce di altipiani antichissimi lasciati, come dissi altrove, dal mare.

La grandissima parte delle valli che solcano l'Aspromonte e che si partono dai vertici de' monti dirette ad ambedue i versanti sono perpendicolari agli strati, e si potrebbero dire perciò valli di semi-chiusa. Sono valli prodotte naturalmente dall'erosione, incise dalle acque che scendendo dai vertici più alti prendevano la direzione più breve perpendicolare alla spiaggia. Alcune valli per eccezione sono d'interstratificazione, o propriamente di sinclinale. D'interstratificazione, cioè parallele all'andamento degli strati, sono soltanto la parte superiore della valle dell' Ancinale che scorre nei dintorni di Serra S. Bruno, fra il monte Pecoraro a levante ed il monte Croceo a ponente, ed in parte il corso superiore del Marro o Petrace. Di sinclinale si potrebbero dire le valli del Corace e del Lamato, almeno nel loro corso inferiore che separa l'Aspromonte dalla Sila, e la valle del Mesima che separa l'Aspromonte dal Capo Vaticano. Queste valli si sono fatto strada attraverso strati terziarî o quaternarî orizzontali, che hanno occupato i sinclinali preesistenti, spesso molto alterati e cogli strati compressi gli uni contro gli altri com'è il caso per il sinclinale della vallata del Mesima. È stato scritto tanto, anche recentemente, e dai più eccellenti geologi, sulla formazione delle valli per via dell'erosione, che il dilungarmi sopra questo argomento sarebbe come portar acqua in mare; accennerò soltanto, come ricordo storico, l'opinione che avevano una volta molti geologi, e di cui rimangono ancora oggi parecchie traccie, che attribuiva la formazione delle vallate a faglie ed a subbissamenti.

Coi rigetti che le fiumare portano seco e con quelle materie che il mare toglie direttamente alla spiaggia che vi si sprofonda, per un lato vengono riempiti i fondi marini, per l'altro vengono formate le sabbie che i marosi poi accumulano lungo il litorale. Come ho detto nel primo capitolo la spiaggia sabbiosa si estende lungo tutto il lato orientale e lungo quello meridionale, salvo nel promontorio gneissico di Staletti, nel Capo Bruzzano, formato da roccia oligocenica, nella Punta di Bova formata da schisti carboniosi, ed al Capo delle Armi miocenico. Dove più, dove meno, le colline interne si accostano al mare e ristringono la striscia della spiaggia sabbiosa. Nel lato occidentale la montagna gneissica pittorescamente vestita di *Opuntia vulgaris*, *Sinapis virgata*, *Adianthum obovatum*, e di altre piante spontanee, scoscende direttamente nel mare, dal Pezzo, anzi dalla batteria di Alta Fiumara fino a settentrione di Palmi; soltanto intorno a Favazzina ed a Bagnara una piccola striscia di sabbia separa la rupe dal mare: in qualche altro luogo la spiaggia è accompagnata da scogli che sotto la batteria di Alta Fiumara sono gneissici. sotto la batteria di Torre Cavallo sono di panchina recente. Altri tratti nei quali il *gneiss* scende direttamente al mare sono, fra la marina di Nicotera e la punta estrema del Capo

Vaticano, intorno a Tropea, fra il Capo Cozzo e la Rocchetta di Briatico, nei quali luoghi tocca il mare e forma scogli qualche volta anche l'arenaria miocenica, per esempio a Tropea, alla punta di S. Arena, e nel contiguo scoglio della Galera, finalmente intorno al Pizzo. Nel rimanente la spiaggia è sabbiosa, in qualche luogo per grande estensione, come lungo il golfo di Gioia, fra il Pizzo ed il fiume Lamato. Nei tratti sabbiosi ad oriente come a mezzogiorno e ad occidente, si sviluppano e si trasformano continuamente le dune, non però molto elevate. In qualche luogo, spefinalmente più a settentrione del Corace, per difendere la strada ferrata che costeggia il litorale le cui trincee erano interrate pel successivo progredire delle dune, si sono dovute porre delle siepi a riparo: altrove è bastato rivestire le scarpate delle trincee per le quali la ferrovia passa a traverso le dune, di terra vegetale, e di semplici cunette in muratura. Le dune raggiungono l'altezza e l'estensione maggiore nel lato occidentale nel golfo di Santa Eufemia che è relativamente il golfo con raggio più piccolo, ed il più interno delle Calabrie. La spiaggia sabbiosa, al solito leggermente pendente verso il mare, si estende per 24 chilometri fra il porto o meglio scalo dell'Angitola ed il Capo Suvero, e si interna fin quattro e cinque chilometri nella depressione che forma l'istmo di Catanzaro, e sotto Montesoro, fra la strada nazionale la quale costeggia gli schisti cristallini, ed il mare, giunge all'altezza di 90 metri, formando collicelli e dune sabbiose incolte, mobilissime, nel cui ordine ha certo che fare la forza del vento che ivi soffia impetuoso e perpendicolare alla spiaggia da ovest verso est, fra la Sila e l'Aspromonte, come lo dimostrano le osservazioni meteorologiche le quali si fanno in Catanzaro. La forma del golfo, la costanza dei venti suddetti, e l'inquietudine frequente del mare spiegano bene quell'alzamento delle sabbie e delle dune, insolito per l'Italia. Nella regione orientale le dune più ragguardevoli, alte però non più di 3 o 4 metri, si trovano nella spiaggia sabbiosa relativamente vasta fra Bianco e Siderno.

Presso la Punta del Pezzo, là dove la spiaggia calabrese diretta da S. a N. lungo lo Stretto svolta improvvisamente a N. E. verso il largo, si ha una considerevole accumulazione sottomarina di sabbie svelata dagli scandagli, che si avanza alquanto verso il fondo dello Stretto a guisa di promontorio subacqueo formando un'ansa concava a N., convessa a S. rispondente a quella emersa che chiude il Porto di Messina. Anche nella parte opposta, alla punta del Faro dove la costa siciliana dello Stretto diretta da S. O. a N. E. cambia d'un tratto direzione verso O., si ha un'accumulazione assai ragguardevole di sabbie emerse costituenti la punta suddetta. Ritengo che le sabbie del Faro come quelle sommerse del Pezzo siano accumulate là per effetto del contrasto ivi incontrato dal *flutto-corrente* costeggiante lo Stretto e proveniente ordinariamente da Sud secondo la direzione del vento predominante [1]. Se al Pezzo si verificasse un considerevole ed improvviso sollevamento non contrariato da altre circostanze superficiali, si avrebbe una diga simile a quella che chiude

[1] Confesserò per altro la mia ignoranza in tale materia, col dichiarare di non aver compreso come mai, avendo io in altra circostanza esposta questa medesima opinione, mi sia stato obiettato che « chiunque abbia qualche nozione d'idraulica marina, ne comprenderà l' . . . ingenuità » e che « chi vede così chiaro in fondo al mare, anzi attraverso il fondo, può anche credersi in diritto di emettere ipotesi del genere di quella accennata ».

dirimpetto il porto di Messina costituita pur essa, io credo, dalle correnti provenienti da S. e S. E. che ivi abbandonarono una mezza luna di sabbie sottomarine, le quali poi dal considerevole sollevamento furono messe a scoperto. L'analogia fra l'ansa di Messina e quella subacquea del Pezzo è aumentata anche dalla presenza di una ragguardevole quantità di sabbie disposta, si direbbe, a monte della corrente, mentre a valle d'un tratto vengono quasi a mancare; ed anche questo mostra essere le correnti meridionali causa dell'accumulazione.

Del resto le correnti e la forza dei venti non alterano gran fatto la disposizione della spiaggia sabbiosa, contribuendo soltanto a portarvi nuovi materiali. Quelle sabbie sono tutte formate dai tritumi de' monti circostanti, per cui vi sono abbondantissime le particelle di mica.

Fra le materie degne di nota, accumulate dai venti e dai flutti, ma portate dalle correnti del resto debolissime ed incapaci di trascinare qualsiasi cosa pesante, vanno ricordate le pomici strappate dalle isole Eolie e condotte sulle spiaggie settentrionali della Sicilia, ed occidentali della Calabria fino a Reggio ed al Capo d'Armi mentre mancano ad oriente ed a mezzogiorno. Si è già veduto che pomici della medesima provenienza s'incontrano nello stesso versante delle Calabrie nei terreni postpliocenici e nelle alluvioni marine della Piana. Oggigiorno più a settentrione della Calabria siffatte pomici s'incontrano lungo tutto il littorale occidentale d'Italia, nel Napoletano, nel Lazio, nella Toscana, e nella Liguria fino a Marsiglia, e molto probabilmente più in là. La loro origine deve essere principalmente nelle isole Eolie, nelle quali grosse pareti di antiche pomici vengono incessantemente demolite dal mare, ed i frammenti che senza tregua ne cascano vengono portati via dalla debole corrente litorale mediterranea la quale si dirige da levante a ponente, e turbata dai venti e dalle burrasche li abbandona per via, anche dopo aver fatto far loro parecchie centinaia di miglia. Lungo il litorale tirreno nei dintorni di Posilipo come nelle isole vulcaniche di Ponza e d'Ischia tali rocce paiono limitate. Una scoria simile alla pomice prodotta dalla fusione del minerale di ferro nel litorale toscano a Follonica ma specialmente a Cecina, viene condotta al mare in quantità dallo stesso fiume Cecina e si trova pur essa lungo il litorale a settentrione, ma si distingue dalla pomice vera delle isole Eolie perchè contiene delle laminette di oligisto, e sopratutto per le bollosità irregolari, non filamentose, e per la poca omogeneità.

Nella regione da me studiata, come in tutti quegli altri luoghi nei quali un sollevamento, per quanto poco sollecito, alza la spiaggia, come osservava il De Cossigny [1], il litorale sabbioso è a superficie continua, parallela al fondo primitivo del mare, ma più elevata assai di questo, e formata nei tratti più estesi da parecchi cordoni litorali paralleli fra loro. L'estensione successiva della spiaggia calabrese per riempimento operato dalle materie che portano i fiumi ed il mare, e per un reale sollevamento del lido contemporaneo a noi, è uno dei fatti più indiscutibili, conosciuto perfino al volgo ed ammesso dalla tradizione [2]. Altrove ho parlato d'alcune

[1] De Cossigny, *Sur la corrélation qui existe entre les oscillations du sol et la configuration des côtes de la mer* (Bull. Soc. géol. de France 1 avril. 1875).

[2] V. anche G. Gasparini, *Discorso intorno l'origine del villaggio di S. Ferdinando — Utili conoscenze* (Giornale) p. 9.

leggi secondo le quali si protendono i litorali sabbiosi nei quali non siano abbassamenti, ma tutt'al più depressioni locali e superficiali [1]: nè intorno all'Aspromonte le cose procedono diversamente. Dove le colline scendono al mare in modo che le loro basi sieno disposte sur una linea quasi retta, com' è nel fianco orientale della Calabria, la spiaggia sabbiosa forma una striscia lunga, poco larga e poco variata, parallela alla base delle colline. Dove le colline formano un' insenatura più o meno ampia e dove due promontorî si prolungano nel mare e serrano un golfo più o meno esteso, come nel Piano Sanguinario fra la marina di Soverato ed il Capo Stalettì, nel piccolo piano di Porto Salvo a settentrione del Capo Vaticano, nel golfo di Gioia e nel golfo di S. Eufemia, quivi il cordone litorale formato dalle sabbie si estende con curva regolarissima, concava dalla parte del mare e appena deformata dalle foci dei torrenti e dei fiumi intorno ai quali si ha un' accumulazione un poco maggiore di materia quindi una maggiore sporgenza. L'accumulazione di nuove sabbie sulla battigia del mare, tende a riempiere sempre più lo spazio compreso fra i due estremi rocciosi, in modo che il litorale si estende verso il mare con curve di raggio sempre maggiore, per conseguenza sempre più miti e meno marcate. Tanto per dare qualche prova dell' estendersi di tutto il litorale sabbioso, citerò fra i tanti fatti, l' interramento della Rocchetta o Torretta di Briatico costruita nel mezzo al mare nella seconda metà del secolo scorso, cui s'accedeva mediante un ponte lungo 4 o 5 metri, e l'interramento di certe conche fabbricate là vicino per uso di bagni e di peschiere: questi fatti sono prodotti dalle sabbie formate dal mare giacchè ivi presso non sboccano torrenti di sorta. Similmente sono oggi interrate la Madonna dell'isola e lo scoglio di S. Leonardo, due isolette o scogli miocenici di fianco a Tropea, che fino a sei o sette anni fa erano in mezzo al mare ed ora sono connesse alla terraferma. Fra Bivona, anticamente *Hipponium* e poi *Vibona*, e Briatico, fin nel secolo XIV esisteva il porto anticamente detto di Ercole Ipponico, e sulle rive di esso per sua difesa contro i Turchi veniva in quell'epoca costruito il castello di Bivona. Questo castello le cui rovine tuttora si conservano, circondato da quei terreni marini recenti che altrove ho rammentato, è oggi lontano dalla spiaggia circa 750 metri, dalla qual misura si potrebbe dedurre un medio avanzamento annuo di quel litorale di circa un metro e mezzo almeno. Così pure sono rimaste interrate alcune grotte che il mare aveva scavato nell'arenaria miocenica presso il Pizzo, ad esempio la grotta del Palombaro nella quale alcun tempo fa si poteva penetrare colla barchetta, cosa divenuta oggi impossibile.

A Favazzina tra Scilla e Bagnara, secondo quel che narra l' Issel, la spiaggia sabbiosa aumentò in 10 anni di 50 metri. Era stata mossa lite dal demanio dello Stato ad un possidente di quel territorio perchè aveva costruito un muro a soli 25 metri dal battente del mare; in 5 anni ogni causa di contestazione spariva, poichè il muro, oggetto della causa, si trovava alla debita distanza di 50 metri dal mare [2].

Questi fatti se provano un riempimento non accompagnato da abbassamenti, potrebbero essere ritenuti insufficienti a provare l'esistenza d'un reale sollevamento: ma

[1] C. De Stefani, *Geologia del Monte Pisano*. Roma, Barbèra 1877, p. 79, 14.

[2] Secondo l'Issel (A. Issel, *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi*. Genova, 1883), alle Pietre Nere tra Palmi e Gioia la spiaggia sabbiosa avanzerebbe m. 0,80 l'anno, alla Marinella 0,50 l'anno e così nel seno di Scilla secondo le osservazioni del sig. Rossari.

a provarlo non mancano argomenti d'altra specie oltre quei tanti d'indole generale che ho addotti nei capitoli antecedenti. Tali sarebbero le impronte della corrosione delle onde negli scogli intorno al Pizzo ed al Capo Vaticano che non sono oggi raggiunti dalle acque del mare se non forse nelle maggiori burrasche ([1]): i fori delle litofaghe portati, come attesta anche il Pignataro, al di sopra del livello del mare: le grotte scavate dal mare nell'arenaria miocenica a settentrione del Pizzo ed ora sollevate d'assai; l'innalzamento di alcune case e particolarmente d'un molino presso il Pizzo, che eziandio la tradizione ritiene essere ora più alto del livello primitivo. Questi fatti insieme col sollevamento dei terreni postpliocenici e delle panchine recenti, ed insieme col terrazzamento operato dal mare e dai torrenti, provano ad esuberanza l'esistenza d'un sollevamento a noi contemporaneo, il quale fra qualche secolo finirà col mettere in secco anche il porto di Santa Venere artificialmente costruito. Il quale fatto del resto, come ho accennato altrove, si verifica in tutta la parte peninsulare, anzi cred'io in tutta l'Italia e per lo meno in tutta la sua regione mediterranea; lo provano oltre a tanti fatti speciali, l'innalzamento grande dei terreni pliocenici e postpliocenici e delle panchine recenti, ed il terrazzamento che, se non sempre è visibile lungo mare perchè non da per tutto il sollevamento ha le medesime grandiose proporzioni, è però sempre manifesto, sebbene fin qui non notato da molti, nelle nostre vallate più grandiose. Qua e là bensì vengono ricordate delle depressioni parziali per esempio a Ravenna, a Venezia, ed in generale nella parte inferiore della valle del Po, in certi luoghi della valle d'Arno, presso Orbetello, nel tempio di Giove Serapide presso Pozzuoli ora di nuovo rialzato, ed in qualche altro luogo sui litorali sabbiosi. Tutti i luoghi nei quali si osservano queste depressioni, non escluso il tempio di Giove Serapide, ma particolarmente la regione della valle del Po che molti dicono essere soggetta ad un generale abbassamento, sono sopra terreni acquitrinosi e sabbiosi od argillosi che furono anticamente coperti da paludi. Or questi terreni naturalmente si debbono deprimere non tanto per effetto delle pressioni verticali che spingono a riempiere gli spazî vuoti dei terreni quorosi e soffici, quanto per una diminuzione nella materia stessa degli strati dovuta allo sfuggire dei gas dai vegetali ammucchiati, al discioglimento del carbonato di calce nelle sabbie e ad altri simili fatti. In queste circostanze vi sarà una depressione, senza che però si debba ammettere un abbassamento di tutta la regione, mentre nelle rocce solide che danno una misura più esatta delle oscillazioni generali si vedono per tutto tracce di sollevamento. Nella Calabria meridionale, dove i terreni acquitrinosi e palustri sono molto limitati alle foci dei fiumi, non saprei indicare simili depressioni se non molto parziali; così per esempio in qualche luogo si vanno lentamente deprimendo i ponti ed i viadotti della strada ferrata costruiti sui terreni palustri anzidetti, il quale fatto del resto ho veduto ripetersi qui e là in tutti i tracciati delle strade ferrate litorali.

Se nei tratti nei quali la spiaggia è sabbiosa, questa si protende verso il mare, l'inverso accade in quei luoghi già indicati nei quali la spiaggia è rocciosa e scende a picco. In questi casi la spiaggia minata dalle onde, a forza di franare, si ritira

([1]) Questi segni di corrosione li vidi quasi continui lungo il mare anche in Sicilia dal Capo Scaletta a Siracusa.

sempre più fino a che il continuare del sollevamento non metta in secco un' estensione più o meno grande di terreno che sottragga quella spiaggia all'influenza diretta del mare. Tanto maggiore poi è il franare ed il ritirarsi della spiaggia, quanto più grande è la profondità del mare ai suoi piedi, poichè in questo caso è maggiore la forza delle ondate che non viene smorzata da scogli e da pendici inclinate, e più facile è lo smottare del terreno che nelle parti inferiori viene smangiato per maggiori estensioni. Ciò si verifica lungo le spiaggie meridionali del Capo Vaticano e nella spiaggia fra Torre Cavallo e Palmi, nei quali luoghi, ad un' altezza di parecchie centinaia di metri della costa quasi a perpendicolo, risponde una profondità di mare più grande che altrove. Non saprei dare una misura del ritrarsi della costa in quei luoghi che si verifica, benchè lentamente, come lo provano le frequenti frane cadute al mare presso Joppolo, presso Scilla ed altrove. Ciò non impedisce che vi sia un sollevamento in quei luoghi come altrove.

CAPITOLO XIX.

Storia orografica.

§ 1. *Sunto sulla natura e disposizione degli strati.*

Giunto così al termine della descrizione dei singoli terreni, li esaminerò nel loro insieme studiando la formazione orografica della giogaia, ed i rapporti che essa può avere coi monti adiacenti e con quelli del rimanente d' Italia. Ma riporterò prima, in un prospetto, la serie dei terreni.

Prospetto delle rocce della Calabria meridionale.

EPOCA GEOLOGICA DEI TERRENI	NATURA DELLE ROCCE	FOSSILI PRINCIPALI
RECENTE	Grotte e caverne di Tramusa, Trunca ecc. Osteocolle dello Scrifi ecc. Torbe della Piana. Dune e sabbie marine litorali. Ghiaie torrenziali e cumuli di rigetto. Frane prodotte da scoscendimento di terreni e da terremoti.	Tracce dell'uomo. Invertebrati di specie viventi.
	Panchine fossilifere (Torre l' Ellera, Torre di Riaci, Fondaco nuovo, Torre S. Filì, Pezzo, Torre Cavallo, dintorni di Scilla e Bagnara, Bivona, ecc.).	
	Alluvione antica terrazzata dai fiumi, e terrazzi d'origine marina. Ghiaie, terra rossa alluvionale ed *humus* dei Pianalti.	

EPOCA GEOLOGICA DEI TERRENI	NATURA DELLE ROCCE	FOSSILI PRINCIPALI
POSTPLIOCENE	Sabbie scure, rossastre e gialle, ghiaie e conglomerati sciolti (Monasterace, Gerace, Siderno, Capo Palizzi, Capo delle Armi, Carrubbare, Pezzo, Rosarno, ecc.).	*Elephas* sp., *Waldheimia cranium* Müll., *W. septigera* Lovèn, *Raphitoma Columnae* Scacchi, *Buccinum undatum* L., *Fusus rudis* Phil., *Nassa musica* Broc., *Modiola modiolus* L., *Pectunculus glycimeris* L., ecc. ecc.
	Sabbie gialle sciolte e ghiaie dell'istmo di Catanzaro (Vena, Borgìa, Girifalco, ecc.).	*Cyprina islandica* L., *Nassa serraticosta* Bronn, *Turritella tornata* Broc., *Dentalium Delesserti* Chenu, ecc. ecc.
PLIOCENE	Calcari ad *Amphistegina* e a briozoi (Gerace, Piano Crasto, Siderno, Chiaravalle, S. Ilario, M. Cordena, Trizzino, Terreti, Ortì, ecc. ecc.). Conglomerati grossolani dei dintorni di Reggio, ghiaie e sabbie gialle del Reggiano, Argusto, ecc. Argille turchine dell' istmo di Catanzaro, e dell' Ionio. Marne a *Globigerinidae* dell'Ionio (Marina di Caulonia, Roccella, Ardore, Bianco, Capo Spartivento, Capo Palizzi, ecc. ecc.).	*Amphistegina Hauerina* D' Orb., *Rhabdocidaris oxyrhine* Mgh., *Dorocidaris Münsteri* Sism., *Isis peloritana* Seg., *Conotrochus typus* Seg., *Coenopsammia Scillae* Seg., *Terebratulina granoso-radiata* Phil., *Terebratula calabra* Seg., *Neaera Philippii* Seg., *Verticordia argentea* Mar., *Hinnites crispus* Broc., *Nassa turbinellum* Broc., *N. italica* Mayer, *Columbella acutecostata* Phil., ecc. ecc.
MIOCENE SUPERIORE (PIANO PONTICO)	Strati gessosi (Marcellinara, Squillace, Salvi, S. Barbara, Benestare, Mileto, Panaja, Briatico, ecc.).	
MIOCENE SUPERIORE TORTONIANO (ELVEZIANO)	Tripoli (S. Barbara). Calcedonj (Briatico). Ligniti (Capo Vaticano). Calcare compatto (Mammola, Gerace, Quartieri, Briatico, Capo Stalletti, ecc. ecc.). Calcare a *Cellepora* (Capo d'Armi, M. Cordena, Macellari ecc.). Conglomerati grossolani, sabbie ed arenarie (Capo Stalletti, S. Caterina, Guardavalle, Placanica, Caulonia, Benestare, Melito, Gallina, Vito, Capo Vaticano, ecc. ecc.). Marna argillosa o sabbiosa a *Globigerinidae* (Piana, Valle del Mesima, Valle dell'Angitola, ecc.).	*Spongurus Stoehri* Pant. e De St., *Lithocarpium pyriforme* Stöhr, *Cellepora globularis* Bronn, *Heterostegina papyracea* Seg., *Flabellum extensum* Michel., *Terebratula Costae* Seg., *Rhinconella plicato-dentata* Costa, *Pecten Besseri* Andrz., *Spondylus muticus* Mich., *Cardium Kuebecki* Hoern., *Natica redempta* Mich., *Cerithium granulinum* Born, *Typhis subhorridus* De St., *Potamides disjunctum* Sow., *Heliastraea Raulini* Ed. e H., *Palaeodelphis minutus* Du Bus., *Lithothamnium batata* De St., ecc. ecc.
MIOCENE MEDIO (LANGHIANO)	Argille galestrine o scagliose e calcari alberesi delle pendici Jonie.	*Globigerinidae*, *Zosterites pelagica* Mgh., *Chondrites*.
MIOCENE INFERIORE OD OLIGOCENE (AQUITANIANO) (TONGRIANO)	Conglomerati rossi (Valle dell'Amendolea, Pentadattilo, Monti di Motta). Arenarie e conglomerati grossolani (Stilo, Monti di Caulonia e Gioiosa, S. Agata, Motticella, Brancaleone, ecc. ecc.). Arenaria gialla (Agnana, Platì, ecc.). Ligniti (Agnana, Antonimina, Cimina, ecc.).	*Scutella subrotunda* Lck., *Periaster Capellinii* Laub., *Pecten simplex* Mich., *Potamides margaritaceum* Broc., *Antracotherium magnum* Cuv. ecc.

EPOCA GEOLOGICA DEI TERRENI	NATURA DELLE ROCCE	FOSSILI PRINCIPALI
EOCENE SUPERIORE	Argille galestrine, marne a *Globigerinidae* (Brancaleone, Bova, ecc.). Arenarie (Castagnarelle, ecc.). Calcari a foraminifere (Brancaleone, Bova, Piano della Lenza ecc.).	*Chondrites*, *Taonurus*, *Globigerina bilobata* D'Orb., *Orbitoides dispansa* Sow., *Nummulites planulata* D'Orb., *N. intermedia* D'Arch., ecc.
EOCENE MEDIO (ORIZZONTE DI PRIABONA)	Calcare erratico della fiumara S. Agata. Calcare semicristallino di M. Stella, M. Mutolo, Bova, Palizzi, ecc.	*Thamnastraea? Millepora? Nummulites complanata* Lck., *N. Tchihatcheffi* D'Arch., *Orbitulina*, *Operculina ammonea* ecc.
CRETA MEDIA (CENOMANIANO)	Argille galestrine delle Marine di Bova e di Brancaleone, di Cirella, del Piano di Serisà, ecc.	*Ostrea Delettrei* Coq., *Exogyra oxyntas* Coq., *E. africana* Lck., *Trigonia distans* Coq., *Cypricardia calabra* Seg., *Turrilites Scheuchzerianus* Bosc., *Acanthoceras rhotomagensis* Defr., *Hemiaster batnensis* Coq., ecc.
CARBONIFERO SILURIANO CAMBRIANO	Schisti carboniosi. Schisti cloritici. Schisti damouritici. Zona delle miniere.	
SCHISTI CRISTALLINI (MONTALBANO) (HURONIANO)	Micaschisti. Micaschisti granatiferi. Micaschisti sillimanitici. Dioriti. Dioriti micacee. Micaschisti anfibolici. Anfiboliti. Afaniti. Diorite porfiroide. Anfiboliti granatifere. *Gneiss* molto micacei. Cloroschisti. Quarziti cloritiche. Calcari saccaroidi. Grafite. Filoni di granito.	
GNEISS (LAURENZIANO)	*Gneiss*. Pegmatite. Micaschisto. Cloroschisto. *Gneiss* oligoclasifero. Tonalite. *Gneiss* granatifero. Caolini. Dioriti. Calcari saccaroidi. Grafite. Filoni di granito. Talco.	

Per quello che riguarda le zone di mare nelle quali quei terreni si depositarono, nulla dirò de' *gneiss* e degli schisti cristallini. Gli schisti carboniosi parrebbero formati come gli altri simili terreni non lontano da terre emerse, le quali erano numerose in Europa intorno all'epoca carbonifera. I calcari corallini eocenici formavano attolli sottomarini intorno all'Aspromonte già disegnato e conformato a giogaia subacquea non molto profonda.

I terreni cenomaniani, come quelli del miocene medio, paiono invece formati a qualche profondità nei mari. I terreni oligocenici, postpliocenici, e recenti sono litorali; quelli del miocene superiore e del pliocene sono rappresentati tanto da sedimenti litorali quanto da sedimenti d'alto fondo.

Relativamente alla natura litologica, lasciando i *gneiss*, gli schisti metamorfici sovrastanti, e gli schisti carboniosi, rammenterò che non v' hanno calcari compatti se non quelli di natura organica dell' eocene medio. Gli altri calcari sono in masse piccolissime come quelli che stanno cogli *gneiss*, cogli schisti cristallini, cogli schisti

carboniosi, e sono per lo più pur essi d'origine organica come quelli del cenomaniano, del miocene medio e superiore, del pliocene e del postpliocene, o piuttosto che calcari sono terreni marnosi nei quali prevale grandemente l'argilla, come in taluni strati dell'oligocene, del miocene superiore, del piano pontico e del pliocene. Banchi gessosi non se ne trovano se non nel piano pontico, e lo stesso dicasi dei banchi puramente silicei, a meno che si tratti di sabbie silicee disaggregate.

Argille più fine formano il cenomaniano ed il miocene medio; ma costituiscono pure le porzioni del miocene superiore e del pliocene depositate a qualche profondità. La roccia predominante è però la sabbia o sciolta o cementata sotto forma d'arenaria; dessa costituisce parte dell'eocene, l'oligocene, il postpliocene, e gli strati litorali del miocene superiore e del pliocene, ed in tutti questi strati differenti la si vede costituita interamente a spese delle rocce cristalline più antiche le quali si trovano nei medesimi monti.

La potenza dei diversi strati non è uguale; ma quelli del cenomaniano, dell'eocene e del piano pontico formano qua e là dei lembi molto interrotti.

Nemmeno è uguale la disposizione degli strati nei varî versanti. Il *gneiss* forma tutto il Capo Vaticano, e come una larga fascia trasversale si estende, tagliando obliquamente l'Aspromonte, da un mare all'altro, raggiungendo presso i litorali o poco lungi da questi una ragguardevole estensione. Gli schisti cristallini si addossano al *gneiss*, formando due grandi masse staccate da questo ad ambedue i lati, cioè a sud-est ed a nord-ovest fra l'Aspromonte ed il Capo Vaticano. Gli schisti carboniosi si estendono da una parte sola cioè a sud-est, lungo la regione orientale e meridionale della giogaia, ed anche lungo la regione occidentale, ma soltanto nella porzione posta più a mezzogiorno. Il terreno eocenico ed il cenomaniano si estendono soltanto ad oriente ed a mezzogiorno. L'oligocene ed il miocene medio oltre che ad oriente ed a mezzogiorno arrivano (il miocene medio però con pochissima potenza) fino alla parte più meridionale del lato occidentale. I terreni del miocene superiore, del pliocene, del postpliocene e quelli più recenti, si estendono ad ambedue i versanti; però il pliocene è esteso assai poco e solo nei dintorni di Reggio nel versante occidentale, mentre il postpliocene è molto meno esteso, senza paragone, nel versante orientale. Anche l'alluvione formata sui terrazzi è quasi esclusivamente sviluppata in un versante solo cioè in quello occidentale. È poi notevole che in una estesa regione, cioè dallo Stretto fino al termine più settentrionale dell'Aspromonte, ad occidente, come sembra mancare il pliocene, così manca ogni terreno più antico del miocene superiore.

I *gneiss* paiono disposti ad anticlinale tanto nel Capo Vaticano quanto nell'Aspromonte; però nel Capo Vaticano sembra non sia rimasta se non forse una parte quanto mai piccola della porzione più occidentale verso il mare. Nell'Aspromonte è necessario un accurato studio sulle pendenze dei varî strati antichi giacchè è probabile che le cose sieno assai più complicate di quel che non siano parse a me; ivi sembrano mancare i due estremi, meridionale e settentrionale, dove l'anticlinale della lunga piegatura termina, presso le due estremità della giogaia, sul mare Jonio e sul Tirreno. Nella regione centrale specialmente non sono ben visibili i due fianchi dell'anticlinale perchè, pigiati l'un contro l'altro, stanno ambedue inclinati contro

l'Jonio, vale a dire circa da est verso ovest. Soltanto nel lembo isolato del S. Jejunio e del Campanaro più verso il mare, il fianco orientale della piccola piega ivi esistente ha l'andamento regolare: è peraltro probabilissimo che in questa regione, come nella regione del Tödi illustrata dal Heim, si abbia un contrasto di due pieghe rovesciate una contro l'altra, cioè la più piccola ed orientale del M. Comune contro O. e la più grande, centrale, contro E. La piegatura principale avrebbe una direzione un poco più obliqua della direzione geografica della montagna, andrebbe cioè da nord-est a sud-ovest invece che da nord-nord-est a sud-sud-ovest. Gli schisti cristallini formano come ho detto due grandi masse sui due fianchi del *gneiss*. La massa a nord-ovest separa l'anticlinale *gneissica* del Capo Vaticano dall'altro anticlinale dell'Aspromonte, sicchè nel mezzo dovrebbe formare un sinclinale rispondente circa alla vallata del Mesima, che è occupato in gran parte da rocce mioceniche. La massa a sud-est forma le alture maggiori dell'Aspromonte: nella regione centrale, fra la Piana ed i colli di Gerace, essa ha sofferto i medesimi movimenti del *gneiss*, ed i suoi strati, salvo al solito nel lembo isolato del s. Jejunio, invece di pendere circa verso sud-est, sono rovesciati e pendono verso nord-ovest. Gli schisti carboniosi si estendono soltanto nel fianco sud-est del *gneiss*, salvo qualche minimo lembo a N. verso l'istmo di Catanzaro, ed il loro giro è completo intorno alle altre rocce più antiche nell'estremità meridionale dell' elissoide, la quale coincide pure coll' estremità meridionale dell'Aspromonte formata esclusivamente dai predetti schisti carboniosi. Questi schisti nei monti sovrastanti a Gerace vanno soggetti al medesimo rovesciamento degli schisti cristallini e del *gneiss*. Le rocce che succedono hanno tutt' altra disposizione e mostrano che la loro formazione è avvenuta dopo che le rocce antecedenti erano già state sollevate. Il modo di comportarsi dei loro strati è differente nei due versanti. Nel versante orientale e meridionale e nella parte più a mezzogiorno del versante occidentale cioè nei monti di Motta, i differenti strati che gli uni agli altri si succedono e che in questa regione, come si è detto, sono anche più completi, sono tutti leggermente inclinati dal monte verso il mare. Invece nella porzione rimanente, che è la maggiore, del versante occidentale, la serie delle rocce che è molto più interrotta e deficiente, è disposta in strati quasi orizzontali, salvo forse alcuni piccolissimi lembi più esterni o più addossati ai monti. Lo stesso dicasi di quelle poche rocce che si trovano nel breve versante settentrionale.

§ 2. *Storia dei sollevamenti dell'Aspromonte.*

Riassunti così i punti essenziali della disposizione stratigrafica delle rocce, passerò ad esaminare nel suo complesso la storia orografica loro. La concordanza assoluta e l'alternanza nelle zone intermedie del *gneiss* e degli schisti cristallini può mostrare che in quella regione niun movimento era intervenuto fino all'ultima sedimentazione degli schisti a produrre ineguaglianze di suolo. Qualche sentore di discordanza nella stratificazione è invece fra le rocce anzidette e gli schisti carboniosi, come ho accennato a suo tempo; per cui non è inverosimile che vi sia pure qualche interruzione nella serie delle epoche, e che nei tempi intermedi questa regione cominciasse a soffrire qualche movimento. Ad ogni modo l' abbondanza degli elementi carboniosi negli strati, derivata verosimilmente da accumulazioni di vegetali

terrestri, denoterebbe che delle terre già emerse esistevano in luoghi non molto lontani, mentre quivi era ancora il fondo del mare. Però, se si deve rimanere alla regione dell'Aspromonte, dal vedere che almeno nella massima parte dei casi i medesimi movimenti cui andarono soggetti gli schisti cristallini ed il *gneiss* operarono anche sugli schisti carboniosi, si deve dedurre che il sollevamento il quale produsse e disegnò per la prima volta la giogaia fu posteriore alla sedimentazione di questi. La grandissima interruzione che è nell'Aspromonte fra gli schisti carboniosi ed il calcare eocenico non ci può aiutare gran fatto a precisare l'epoca del sollevamento: soltanto dal vedere che prima del calcare eocenico il sollevamento era già stato tale da rovesciare in certi luoghi le rocce e che il calcare suddetto posa sopra gli schisti carboniosi direttamente, e quasi colla stessa discordanza con cui vi si poserebbe sopra una roccia che si formasse oggi, si può dedurre che la formazione della giogaia, benchè questa rimanesse sottomarina, è anteriore assai all' età del calcare, deduzione appoggiata forse dal trovarsi frammenti di roccia con fossili del giura o della creta inferiore racchiusi, a quanto pare, nel calcare eocenico. Molto maggiore luce alla questione ci porge l' osservazione delle elissoidi adiacenti a quella dell'Aspromonte, e non tanto dell' elissoide della Sila ch' è poco più completa, quanto particolarmente dell'elissoide dei monti Peloritani in Sicilia subito di là dello Stretto. In questi, secondo le osservazioni fatte dal Seguenza, agli schisti cristallini e carboniosi succedono delle filladi forse triassiche, poi de' calcari fossiliferi appartenenti all' infralias ed a vari piani del lias, molto analoghi a quelli coetanei della Toscana. Viene quindi un' interruzione nella sedimentazione fino alle rocce cretacee recenti, precisamente come accade nell'estremità opposta della parte peninsulare d'Italia, cioè in Toscana e nelle isole adiacenti. Le rocce ricordate dal lias in giù paiono tutte concordanti fra loro, e tutte sono ugualmente sollevate e spesso raddrizzate. Vi fu dunque un sollevamento il quale cominciò forse lentamente prima del lias ma ebbe il suo sviluppo massimo soltanto dopo questo periodo geologico. Or non vedo niuna ragione per affermare che il sollevamento dell'Aspromonte avesse una storia differente da quella dei monti Peloritani. Soltanto, pell' interruzione molto maggiore nella serie delle rocce, per l' innalzamento più grande degli strati, perchè maggiore fu l'estensione delle rocce antiche portate a giorno, si potrebbe credere che il sollevamento cominciasse un poco prima nell'Aspromonte che nei monti Peloritani, e che perciò da maggior tempo vi cominciassero il denudamento e la distruzione delle rocce depositate dopo gli schisti carboniosi.

Comunque si fosse il sollevamento aveva innalzato l'Aspromonte formandone una piegatura molto lunga e relativamente stretta, coll' asse diretto presso a poco da nord-est a sud-ovest; quasi parallelo quindi all'asse della grandiosa elissoide di rocce antiche delle Alpi Apuane che s' innalza nell' opposto estremo settentrionale della parte peninsulare d' Italia. Il movimento del suolo procedendo, qualunque ne fosse la cagione, terminò per rovesciare lunghi tratti degli strati dando a questi una sola inclinazione verso ponente.

Tutto intorno all'Aspromonte si sollevarono altre pieghe distinte. Sullo stesso allineamento, ma più a settentrione, forse con l'asse parallelo, la qual cosa per mancanza di precise osservazioni non posso affermare, si eleva l' elissoide della Sila

più grandiosa di quella dell'Aspromonte, ma nel rimanente analoga a questa. Che l'elissoide della Sila sia ben distinta da quella dell'Aspromonte lo prova l'osservazione della pendenza degli strati. Infatti nei monti di Maida, che formano l'estremo settentrionale dell'Aspromonte, lungo la depressione catanzarese gli strati che sono i più recenti della zona degli schisti cristallini pendono circa verso nord, o nord-ovest, e nello stesso tratto sopra le rocce cristalline compaiono alcuni isolati lembi del piano degli schisti carboniosi. I monti di Gimigliano, di Tiriolo e di Catanzaro, nell'estremità opposta della depressione catanzarese, formano le pendici più meridionali della Sila, e sono costituiti principalmente dalla stessa zona più recente degli schisti cristallini e dagli schisti carboniosi pendenti in generale verso sud o verso sud-est, sebbene la contorsione ed il grande sollevamento di quei terreni impartisca loro a volte delle direzioni e delle pendenze apparentemente diverse e perfino dei rovesciamenti. Per tal guisa la depressione od istmo catanzarese corrisponde ad un sinclinale fra la Sila e l'Aspromonte. Il Rambotti non fu di questo parere ma ritenne che l'interruzione fra le due giogaie avesse altre ragioni e derivasse forse da qualche faglia: che ciò non sia, e che quella interruzione esista da tempo abbastanza antico, lo prova anche l'esistenza al piede delle pendici della Sila di più lembi di calcare eocenico presso Catanzaro, Tiriolo, Nicastro e Sambiase, proprio dirimpetto all'Aspromonte. A ponente delle elissoidi della Sila e dell'Aspromonte se ne formarono contemporaneamente delle altre un poco meno estese. Della elissoide del Capo Vaticano la quale si eleva per un certo tratto parallela all'Aspromonte, separata dalla valle del Mesima, si è parlato più volte; della sua estensione originale però mal si può discorrere perchè in tempi recenti la massima parte del suo scosceso contorno rimasta in balìa del mare andò diminuendo e scomparendo. A giudicare della disposizione degli strati rimasti parrebbe che l'elissoide fosse in origine meno allungata, più breve assai, e più circolare di quella dell'Aspromonte, e che si estendesse molto verso occidente dove è il mare. La forza sollevatrice quivi pure fu abbastanza ragguardevole tanto da rovesciare, però solo quà e colà parzialmente, i lembi del sinclinale rispondente alla vallata del Mesima fra il Capo Vaticano e l'Aspromonte. Vicina all'Aspromonte quanto il Capo Vaticano, ma più meridionale di questo, s' innalza l'elissoide dei monti Peloritani in Sicilia che si prolunga poi un poco più a mezzogiorno dell'Aspromonte fino a che termina da questa parte contro le rocce vulcaniche dell'Etna. La disposizione degli strati mostra che l'elissoide è distinta da quella parallela dell'Aspromonte. La inclinazione e la successione degli strati nell'Aspromonte e nei monti Peloritani lungo lo Stretto del Faro o di Messina mostrano che questo, come già ebbe a riconoscere fino il Fasano, corrisponde ad un sinclinale simile a quello che separava una volta il Capo Vaticano dall'Aspromonte, e più ancora a quello che separava l'Aspromonte dalla Sila. Appunto lungo lo Stretto, i monti Peloritani mostrano più completa la serie degli strati liassici, infraliassici e triassici. Forse più ad occidente dei monti Peloritani sovraincombenti allo Stretto si estende qualche altra elissoide antica; ma non ho dati per affermar ciò.

Ad occidente della Sila, parallela a questa, quindi nella stessa posizione del Capo Vaticano e dei monti Peloritani appetto all'Aspromonte, si estende l'elissoide, ugualmente lunga ma più stretta, del monte Cocuzzo, separata dalla grande valle

del Crati che è riempita da terreni non antichi, miocenici e pliocenici. Non posso dire gran cosa de' rapporti fra gli strati della Sila e quelli del monte Cocuzzo; queste due giogaie che ripeto paiono formare due elissoidi separate dalla valle forse sinclinale del Crati, nella loro estremità più meridionale sono riunite, pure per una compressione e per un addossamento dei due fianchi del sinclinale: queste supposizioni però hanno bisogno di ulteriore conferma.

Nella regione che studiamo adunque si sollevarono per lo meno le elissoidi distinte della Sila, del monte Cocuzzo, dell'Aspromonte, del Capo Vaticano, e dei monti Peloritani ([1]). Le distinzioni fra queste diverse giogaie, alcune delle quali sono cessate da tempi relativamente assai recenti, mentre altre dopo avere avuto origine in tempi immemorabili durano ancora, le distinzioni, ripeto, sono ben nette, ed hanno origine nella primitiva disposizione orografica. Se noi consideriamo in riassunto la loro posizione rispettiva, vediamo che le pieghe più estese, le più elevate, e forse le più antiche sono quelle ad oriente, mentre le più occidentali sono le più limitate, le più ristrette, le più basse e forse le meno antiche.

Sollevato dunque l'Aspromonte in epoca antica sul fondo del mare, esso rimase però a quanto pare lungamente sommerso. Durante l'epoca dell'eocene medio, attolli e scogliere di coralli ne coronavano le cime coperte dalle acque. Periodo di sommersione fu pure l'eocene superiore durante il quale le rocce si depositarono fino intorno alla sommità della giogaia la quale già dai sollevamenti e dai denudamenti anteriori era stata ridotta presso a poco come oggi. Una emersione ebbe luogo certamente durante l'oligocene o miocene inferiore, la qual cosa è con evidenza provata dai fossili salmastri e dalle ligniti rinchiuse nei terreni di quell' epoca. Durante quella emersione dovette estendersi la denudazione dei terreni anteriori e specialmente di quelli eocenici che si trovano difatti in lembi molto isolati. Una nuova alternanza di sommersione dovette aver luogo durante il miocene medio, almeno per quanto si può dedurre dalla natura delle rocce di questo periodo. Si avrebbero poi argomenti di ulteriori oscillazioni, con alternanze di abbassamenti e di sollevamenti, durante il miocene superiore, nel qual tempo si formarono verosimilmente parte dei terrazzi del versante occidentale, e i piani della regione elevata. Negli ultimi tempi di quel periodo geologico pare che nel luogo dell'Aspromonte emergessero già due isole, cioè quella del Montalto e quella del monte Croceo: però il gruppo intero, sebbene rimanesse in gran parte sott'acqua, era disegnato come ora, salvo a mezzogiorno del Capo Vaticano e lungo la costa fra il Pezzo e Palmi, i quali tratti erano probabilmente un poco più estesi. Durante il Piano pontico poche modificazioni ebbero luogo. Succeduto il pliocene, il sollevamento dal tempo della massima sommersione del miocene superiore in poi aveva innalzato assai l'Aspromonte, ed aveva ingrandito le sue isole. Mentre in fondo al mare si depositavano degli strati argillosi e sabbiosi, intorno a quelle isolette formavano barriera delle scogliere di *Amphisteginae* e di briozoi. Dal principio del pliocene fino presso a poco al cominciare del postpliocene il sollevamento continuò

([1]) Pilla, Salino ed altri citano del *gneiss* nelle isolette di Basiluzzo e Panaria che fanno parte delle Lipari forse ingannati dall'apparenza di certe trachiti. Altri non vi ricorda che terreno vulcanico. La presenza di rocce antiche in quei terreni vulcanici sarebbe d'importanza grandissima e meriterebbe di essere definitivamente confermata o esclusa.

per almeno altri 400 metri; talchè l'Aspromonte formava un'isola unica, piuttosto grande, ad occidente della quale si ergeva la nuova isoletta del Capo Vaticano. Seguitò il sollevamento fino ad oggi, per circa 500 metri, ed in questo tempo lungo tutto il versante occidentale si formavano i terrazzi per opera del mare e dei fiumi: ebbero luogo parimente il riempimento ed il sollevamento della depressione catanzarese e della vallata del Mesima, talchè l'Aspromonte fu riunito per la prima volta alla Sila ed alla penisola, mentre ad esso si connetteva il Capo Vaticano. Il sollevamento fu adunque lento ma incessante, salvo forse qualche oscillazione locale, dal miocene superiore in poi, e la sua misura che può dare una certa idea della durata dei vari periodi pare fosse di circa 400 metri durante il pliocene, e di 500 metri durante il postpliocene fino a noi. Il sollevamento seguita sotto ai nostri occhi come abbiamo accennato altrove, ed in un tempo storicamente molto lontano ma geologicamente piuttosto vicino, finirà col riunire la Sicilia all'Aspromonte ed alla penisola. La riunione sarebbe più sollecita, anzi credo che sarebbe avvenuta prima, contemporaneamente a quella del Capo Vaticano e della Sila, se le correnti piuttosto forti e le burrasche frequenti dello Stretto, cagionate dalla posizione di questo fra due grandi masse di terraferma che lasciano una limitata comunicazione fra due mari, non distruggessero la spiaggia e non portassero via quei cumuli per verità grandiosi, com'ebbe a notare anche il Lyell, che le fiumare dei monti reggiani e messinesi portano alla marina. Ai progetti di unire artificialmente la Sicilia alla penisola non si può dare esecuzione sì facilmente nello stato presente della scienza delle costruzioni. Un ponte attraverso lo Stretto, oltrechè enormemente costoso e difficile sarebbe esposto a continue rovine e pericoli. Una strada ferrata sottomarina sarebbe pur difficile specialmente pella profondità nella quale bisognerebbe costruirla sotto lo Stretto onde incontrare terreni impermeabili [1]. Intanto deduciamo che dalla geologia resta chiaramente provato secondo me come mai la Sicilia sia stata unita al continente italiano e come l'Aspromonte si sia congiunto a questo, solo in tempi recentissimi. Quel fatto per la Sicilia rimane comprovato dalla grandissima diversità tra gli animali inferiori ed in generale tra gli esseri non dotati di facili mezzi di trasporto che vivono in Sicilia, e quelli che vivono nella penisola. Queste differenze si verificano al sommo grado nei molluschi, negl'insetti, negli aracnidi, negli anellidi ecc., ed anche, sebbene meno, nella flora, nei rettili, nelle arvicole, nei pipistrelli e simili: è anzi fatto da recare meraviglia che non vi siano maggiori analogie tra la fauna degli animali inferiori della penisola e la fauna della Sicilia separata da così breve

[1] Giudicando dalle circostanze dei terreni emersi adiacenti e dall'analogia con quanto si verifica nella Piana, nella Valle del Mesima e nell'Istmo di Catanzaro io sono di parere che il fondo dello Stretto non sia costituito direttamente da rocce cristalline, e molto meno che sia traversato da una faglia la quale lasci adito alle acque, opinione quest'ultima che non mi pare conciliabile colla scienza geologica: ritengo bensì che al di sotto di una variabile altezza di strati sabbiosi recenti e postpliocenici si trovino delle marne bianche tortoniane e forse anche plioceniche impermeabili. Il punto più importante secondo me è di verificare quanto sia alto il mantello delle sabbie sovrastanti che potrebbe arrivare fino a 50 metri o tenersi anche molto al di sotto di questo limite. Vedasi in proposito una pubblicazione che io non ho accennato nella bibliografia (C. Navone, *Passaggio sottomarino attraverso allo stretto di Messina*. Torino 1870), e per lo svolgimento di alcune mie idee un mio lavoro (C. De Stefani, *Studi geologici per la galleria ferroviaria a traverso lo stretto di Messina*. Giornale dei lavori pubblici e delle strade ferrate. Roma, agosto 1883).

tratto di mare. La fauna dei piccoli esseri dell'Aspromonte è meno conosciuta finora, ma le sue analogie col resto della penisola sono maggiori senza dubbio per la continuità materiale che almeno nei tempi nostri esiste: varie specie però sono simili o identiche a quelle di Sicilia, senza dubbio a cagione della vicinanza materiale, e di una certa facilità casuale di trasporto da un luogo all'altro: talune specie sembrano ancora peculiari del gruppo, come resto, suppongo, dell'antica sua indipendenza e del suo isolamento.

§ 3. *Rapporti dell'Aspromonte con le altre giogaie d'Italia.*

Il Suess esaminando i lembi delle antiche rocce le quali a mezzogiorno delle Alpi marittime fino in Sicilia si estendono nelle isole e nella penisola italiana lungo il Tirreno, specialmente in Toscana e nelle Calabrie, espresse l'opinione che quelli rappresentassero la continuazione delle Alpi della regione settentrionale d'Italia. Non sarà inutile peraltro aggiungere qualche schiarimento, che può servire ad evitare delle confusioni. La geografia, sorta dalle osservazioni naturali dei popoli e senza che le avesse preparato i fondamenti la geologia, distinse i gruppi montuosi con differenti nomi desunti dai rapporti di luogo, senza badare più che tanto alla costituzione geologica. Così i monti d'Italia detti una volta in generale monti, od *alpi* che è il nome de'monti per eccellenza e che è parola d'origine celtica, vennero poi distinti in Alpi propriamente dette, che cingono l'Italia al settentrione, ed in Apennino che *il bel paese parte.* Il Savi nel 1833 staccò dall'Apennino la così detta Catena metallifera formata da rocce antiche le quali si estendono in Toscana lungo il Tirreno. Il Suess nel 1872 affermò che la Catena metallifera, la Sila e l'Aspromonte erano una continuazione delle Alpi. Le osservazioni del Savi e del Suess avevano giusti fondamenti in quanto riconoscevano l'esistenza di rocce antiche diverse da quelle che formano per la maggior parte il crinale principale dell'Apennino, ed in quanto prendevano a punto di partenza la presenza di elevazioni montuose già esistenti prima che il suddetto crinale apenninico si elevasse. Ma conviene esaminare se veramente queste elevazioni montuose possano distinguersi dall'Apennino, e se possano credersi propriamente rappresentanti delle Alpi. Che quei monti sieno la continuazione dell'asse orografico delle Alpi è questione di fatto, come è un fatto che nell'immediata continuazione delle Alpi, senza interruzione alcuna, sta l'Apennino. È pure fatto indiscutibile l'analogia nell'antichità fra le rocce peninsulari studiate dal Savi e dal Suess, e le rocce delle Alpi, come altrettanto naturale ad affermarsi è l'analogia d'età fra le rocce giuresi, cretacee, ed eoceniche delle Alpi e quelle del crinale apenninico principale. Lungo l'Apennino trovansi di quelle rocce antiche le quali in periodi di poco posteriori al lias, come nella Catena metallifera, nell'Aspromonte, nei monti Peloritani e nei monti adiacenti, erano forse già sollevate: lo stesso fatto trovasi pure nelle Alpi, che tutti gli studî geologici recenti si accordano nel provare non essere fatte nè sollevate in un tempo; talchè nelle Alpi troviamo pure grandissime estensioni di rocce le quali furono sollevate ed emerse insieme con quelle coetanee del vero Apennino. Questi sono tutti fatti, e se si poteva esitare ad ammetterli quando tempo addietro si credeva che la natura avesse operato sui sistemi montuosi a salti, entro quei limiti ed in quei modi sistematici che

gli scienziati avevano tracciato sulla carta geografica, parmi si possano ammettere francamente oggigiorno. Se però si volessero distinguere nell'Apennino le rocce antiche dalle rocce recenti, ed attribuirle a sistemi orografici diversi, perchè non si dovrebbe fare questa medesima distinzione nelle Alpi, nei Vosgi, nella Selva Nera ecc.? e se pur questa distinzione si operasse, come si potrebbero distinguere ed attribuire al sistema alpino tutte le rocce dell'Aspromonte anteriori al cenomaniano, ed al sistema apennino tutte le rocce posteriori? e così pure come si farebbe per la Catena metallifera, a dire alpine tutte le rocce e le cime liassiche ovvero più antiche, e a dire apennine le rocce successive al Lias le quali pure ricoprono tante sommità e quasi tutte le pendici della catena anzidetta? Un risultato delle osservazioni recenti del Savi, del Suess e degli altri, a modificazione delle idee del Beaumont, è questo che il sistema alpino continua lungo tutta la penisola italiana e lungo le isole adiacenti; ma le osservazioni fatte dianzi da me debbono far ritenere a scanso di equivoci, che tutto l'Apennino, non una sua parte sola, rappresenta la continuazione dell'asse alpino con una storia, se non identica, equivalente a quella delle Alpi; che per la disposizione geografica, e per la regione in cui si trova, l'Apennino è distinto dalle Alpi, come lo potrebbero essere il Giura, i Vosgi, i Carpazî ecc.; che la storia dell'Apennino è complicata e lunga come quella delle Alpi; che, senza stare ad introdurre nomi nuovi e distinzioni troppo sistematiche, tutte le elevazioni e tutte le rocce antiche e moderne della penisola italiana, quindi anche quelle dell'Aspromonte e delle regioni circostanti, e quelle della Catena metallifera fanno parte di quell'insieme di monti che diciamo Apennino.

Questo per la storia moderna dell'Aspromonte; per la storia antica di esso e della regione circostante è a dirsi che durante l'epoca liassica e forse prima, quando già qualche parte delle Alpi era sollevata, un sollevamento avea pur luogo in tutta la regione che fu poi l'Italia, e lungo la futura penisola verso mezzogiorno s'innalzavano dei lembi montuosi, alcuni pochi dei quali levavano il capo sopra le onde, mentre i più rimanevano sempre coperti dal mare. Dopo una storia lunga di denudazioni, di sollevamenti e di abbassamenti alternanti, che ho già tentato di fare in parte e certo con molte inesattezze per l'Aspromonte, in periodi geologici relativamente non antichi dell'epoca terziaria, un sollevamento continuo, che seguita pure ai giorni nostri, ha fatto emergere dal mare le tracce di quelle antiche protuberanze insieme a tutte le rocce che vi si formarono sopra di poi. Queste antiche protuberanze aventi una storia quasi comune sono, per cominciare da settentrione, i monti della Spezia, le Alpi Apuane, ed alcune sommità del crinale apenninico circostante, indi il rimanente della catena metallifera toscana che termina colla provincia di Grosseto, poi la Sila, il monte Cocuzzo, l'Aspromonte, ed il Capo Vaticano. Potrei aggiungere le isole dell'arcipelago toscano, la Corsica, la Sardegna, e parte della Sicilia. Una gran parte di queste elevazioni montuose, ma non tutte, si trovano nel versante occidentale dell'Apennino; quelle più meridionali poi, cominciando dalla Sila, si estendono tanto sul mare Jonio, quanto sul Tirreno. È notevole la mancanza di quelle rocce più antiche del trias nell'esteso tratto che corre fra la Toscana e le Calabrie; nella qual regione intermedia vedonsi tracce di simili rocce antiche soltanto nei conglomerati neogenici con massi granitici delle Provincie di Avellino e di Potenza e nei rari

massi che furono qualche volta eruttati dai vulcani ivi frequenti, per esempio da quelli del Lazio e degli Ernici, dal Vesuvio, e dai vulcani delle isole Ponza ('). Il Doelter pretese che qualche lembo di roccia antica si trovasse in posto nell' isola Zannone, perchè vide che le rocce di là non erano paragonabili con quelle ippuritiche di Terracina. Però queste rocce sedimentarie di Zannone, un poco alterate dal terreno vulcanico, appartengono all' eocene od alla creta come quelle analoghe della prossima penisola.

§ 4. *Ipotesi del Suess sulla origine del sollevamento d'Aspromonte.*

Prima di terminare scenderò ad osservare alcune ipotesi che furono fatte relativamente alle forze che produssero il sollevamento dell' Aspromonte e delle altre zone montuose. Il Suess nel suo studio sopra i terremoti dell'Italia meridionale pubblica uno spaccato dell'Aspromonte consentaneo alle sue teoriche sulla formazione di esso, nel quale spaccato si vedono tutti gli strati segnati come se rappresentassero soltanto una porzione orientale dell'elissoide, leggermente pendenti e coi dorsi lievemente inclinati verso il mare Jonio, ripidi invece e colle testate tutte opposte al mare Tirreno. Quello spaccato risponde all'altro pubblicato da Burgerstein e Noë (1880) che visitarono i luoghi ma che non conobbero il rovesciamento degli strati, onde le pendenze da loro indicate sono opposte a quelle reali. In quello stesso scritto, come negli altri contemporanei e successivi sulla costituzione geologica della penisola italiana e sull'origine dei monti, il Suess afferma che l'Aspromonte, come tutti i monti d' Europa, fu originato da pressioni laterali derivanti da mezzogiorno e dirette verso settentrione o verso nord-est; che queste pressioni produssero dei sollevamenti montuosi in corrispondenza a certe lunghe fessure o crepe di ritiro, per modo che un lembo della fessura *beante* rimase rialzato e sollevato presso a poco verso mezzogiorno, formando il primo termine di una serie di sollevamenti montuosi paralleli, mentre l'altro lembo rimase sprofondato ed inabissato nelle profondità (*zertrummert, in die Tiefe gesunken*): sopra questo sprofondamento si formarono vulcani, terremoti ed altri simili accidenti, mentre a settentrione del lembo rialzato si produsse una serie di piegature più inclinate verso mezzogiorno, e meno verso settentrione, via via più declivi e più piccole quanto più si allontanavano. Il Suess a sostegno della sua teorica cita molti esempî in Italia, e senza ch' io stia a ripeterli dirò che secondo lui rispondono tutti a quell' ideale che egli si è formato e che ha rappresentato nello spaccato sopradetto dell'Aspromonte.

A proposito di quest' ultima giogaia afferma più particolarmente che vi si trovano i più manifesti esempî di rotture e di sprofondamenti posti in notevolissimo rapporto con vulcani e con centri di terremoti: tali esempî sono dati, fra gli altri, dai golfi di Gioia e di s. Eufemia. Riporterò le sue precise parole (Suess, *Die Entstehung der Alpen* p. 53) » Wo man diese Erscheinungen am deutlichsten beobachten kann, nämlich im südlichen und mittleren Italien, glaubt man eine grössere Anzahl einzelner, auf einer Hauptspalte an einander gereihter, kesselförmiger Einstürze zu sehen, welche bogenförmig in das Gebirge eingreifen, wie im Golf von

(') Il Roth però dice non aver osservato simili massi nelle rocce vulcaniche delle isole Ponza.

Gioja, in jenem der s. Eufemia .... Die merkwurdigste dieser Einsenkungen ist wohl jene, welche durch peripherisce Kluft abgegrenzt wird, die auf Calabrien und Sicilien die Liparischen Inseln umgibt und sich durch das Verlauf grosser Erderschütterungen verräth ». Altrove (1872) il Suess ricorda come nell'Apennino lungo il Tirreno sieno allineati lembi antichi che dice resti di un asse sprofondato nel Tirreno. Di que' lembi fanno parte : « 1° la massa dell'Aspromonte insieme alla Serra s. Bruno completa a oriente interrotta nello stretto di Messina, che abbraccia i monti Peloritani, dapertutto demolita verso il mare Tirreno con frammenti avanzati ad occidente nello scoglio di Scilla ed al Capo Vaticano ; 2° La massa della Sila con manto completo di schisti tutto all' intorno ; 3° La massa di monte Cocuzzo parimente interrotta verso occidente cioè verso il mare Tirreno ».

Le supposizioni del Suess furono già combattute lungamente da me per la Catena metallifera [1] ed in qualche parte per le Alpi dal Heim: intendo esaminarle ora pell' Aspromonte. Aggiungerò che recentemente il Rath, senza conoscere le osservazioni mie relative alla Catena metallifera, manifestò qualche dubbio intorno alle

[1] *Geologia del monte Pisano*, 1877, parte III. Il Suess per le sue teoriche sulla *Catena metallifera* si è fondato esclusivamente sulle osservazioni più antiche del Savi (P. Savi, *Dei nuovi sollevamenti e abbassamenti che han dato alla Toscana la sua attuale configurazione*. Nuovo Giornale dei Letterati. Pisa, 1839. Vedasi anche P. Savi, *De' movimenti avvenuti dopo la deposizione del terreno pliocenico nel suolo della Toscana*. Nuovo Cimento, aprile e maggio 1863) le quali oggi niuno sarà che voglia menar buone fra quelli che abbiano qualche volta girato la Toscana od anche solo veduto una delle meno antiche carte geologiche di essa. Affermava infatti il Savi che intorno ai lembi della *Catena metallifera* non trovavasi traccia di terreno terziario, talchè secondo lui conveniva dire che que' lembi dopo essersi innalzati successivamente all' epoca terziaria insieme coll' Apennino si erano poi sprofondati a differenza dell'Apennino rimasto quale era: ma invece fu scoperto di poi che non vi ha lembo della così detta *Catena metallifera* intorno al quale non siano estesamente sollevati terreni terziarî e quaternarî. Soggiungeva il Savi che le brecce ossifere quaternarie nelle pendici occidentali del Monte Pisano si erano formate per cagione di quello sprofondamento, e ne erano riprova, giacchè gli animali allora viventi, sorpresi dalla catastrofe, erano stati racchiusi e ravvolti ne' calcari ruzzolati ; ma niuno sarà oggi che voglia ammettere consimile origine delle breccie, nè tampoco uno sprofondamento quaternario a S. O. del Monte Pisano mentre ivi come a levante e come nel resto del litorale, sono sollevati i terreni pliocenici e quaternarî di Livorno e di Coltano, fatto da me verificato dopo la pubblicazione de' miei ultimi scritti sopra questo argomento. Ancora il Savi affermava che una riprova dell' improvviso abbassamento quaternario di certe regioni della *Catena metallifera* era data dalle grandi accumulazioni di sassi che si trovano a ridosso dell'Apennino nella Val di Nievole a levante del Monte Pisano, giacchè, diceva egli, spaventosamente inabissatisi d'improvviso questi terreni, le acque furono richiamate con gran tumulto dalle regioni a mezzogiorno della Toscana rimaste sollevate come erano prima e trascinarono seco massi, ghiaie, e quanta roba trovarono per via; ma questa spiegazione è contraria alla scienza odierna, e que' massi della Val di Nievole d'origine pliocenica sedimentare, non provengono già da Sud ma da Nord dall'Apennino.

Dopo che il Cocchi ebbe pubblicato alcuni suoi studî sull' isola d' Elba , compresi i terreni terziarî della medesima , fu dal Meneghini mossa la domanda se veramente l' isola d' Elba, a cagione de' suoi terreni terziarî sollevati , dovesse ritenersi parte della *Catena metallifera* (G. Meneghini, *Su di un lavoro di E. Suess.* Bullettino del R. Comitato geologico N. 3, 4. 1872). Parimente quando l'Achiardi ebbe visitata la Montagnola Senese e visti i terreni pliocenici assai alti sugli altri più antichi, manifestò l'opinione che quella dovesse avere una storia diversa dagli altri lembi della *Catena metallifera*. (A. D'Achiardi, *Paragone della Montagnola Senese con gli altri monti della Catena metallifera della Toscana*. Bull. R. Com. geol. N. 11, 12. 1872). Ma siccome quei sollevamenti

affermazioni del Suess per quel che riguarda l'Italia e citava fra gli altri argomenti contrarii l'esistenza de' terreni miocenici nella parte occidentale dell' Aspromonte, e l' esistenza dei calcari ippuritici più antichi del vertice eocenico dell'Apennino, come pure del vulcano del Vulture nel versante orientale dell' Apennino, contrariamente quindi, diceva il Rath, a ciò che avrebbe dovuto essere secondo le teoriche del Suess.

Esaminerò anzitutto, ricordando le cose che ho già dette, se l' Aspromonte sia un'elissoide *unilaterale*, per adoperare le parole del Suess, cioè rimasta in piedi da una parte sola e sprofondata dall' altra come il Suess descrive e figura, ovvero se sia *bilaterale* cioè completa od almeno similmente scompleta da ambedue le parti. Chi ha avuto la pazienza di leggere le mie osservazioni ricorderà che nell'Aspromonte il *gneiss* forma una fascia trasversale fra l' Jonio ed il Tirreno, e che ad ambedue le parti, non da una parte sola, si trovano gli schisti cristallini soprastanti: quindi, anche considerando soltanto le rocce antiche, l'elissoide è *bilaterale*. Abbiamo detto però che nei suoi due estremi la fascia trasversale gneissica è interrotta dal mare, e che lungo il mare,

si verificano in tutti i lembi della *Catena metallifera* è a domandarsi se si possa seguitare ad affermare per davvero che quei lembi si sono sprofondati.

Il Cocchi pure suppose che negli ultimi tempi dell'epoca terziaria la *Catena metallifera* soverchiasse l'Apennino, e le ghiaie da essa provenienti si recassero al di là dei versanti odierni di quest'ultimo, mentre nel Postpliocene o dopo la Catena si abbassò e l'Apennino si sollevò.

Ma oggigiorno è un fatto sicuro che niuna ghiaia di rocce della *Catena metallifera* situata nel versante Tirreno si trova nei terreni miocenici e pliocenici del versante Adriatico dell'Apennino.

Il Suess riguardando da un altro punto di vista le supposizioni del Savi ritenne, sempre coerentemente alle sue teoriche sulla formazione delle montagne, che la metà occidentale delle pieghe costituenti la *Catena metallifera* fosse sprofondata lungo il Tirreno, precisamente come l'Aspromonte, di fronte ad una spaccatura beante, contro la quale, per compressione de' margini, si formarono tante piegature parallele. Ora uno de' fatti più chiari e più indiscutibili per chi visiti i luoghi è questo che delle tante pieghe della così detta *Catena metallifera niuna è mancante della sua pendice occidentale verso il Tirreno*, e niuna mostra tracce di sprofondamento da questa parte piuttosto che dall'altra.

Questi sono i fatti e se volessi aggiungere di mio qualche altra considerazione potrei dire che ne' terreni terziarî delle isole tirrene, cioè della regione nella quale si sarebbe dovuto estendere il continente sprofondato, non si trova alcuna traccia dell'esistenza possibile di questo; anzi ne' lembi della *Catena metallifera* situati più verso la terraferma, p. e. nelle Alpi Apuane, entro i terreni terziarî del versante orientale, dalla parte dell'Adriatico trovansi grosse ghiaie di terreni antichi i quali mostrano l'esistenza di prossime emersioni in quel lato, mentre simili tracce non si trovano nel versante Tirreno. Sarei per dire di più, a proposito della *Catena metallifera* e specialmente delle Alpi Apuane, che, le pendenze delle loro pieghe e dei loro strati esterni verso le odierne spiaggie mostrano l'esistenza da questo lato di ampli sinclinali atti ad esser fondo di mare, non già di lembi montuosi prima sollevati e poi sprofondati.

Il Major ha creduto rimetter fuori con nuovi argomenti e con ragioni biologiche le supposizioni del Savi e del Suess sullo sprofondamento di una antica *Catena metallifera* comprendente il litorale e le isole del mare Tirreno. (C. Forsyth Major, *L'origine della fauna delle nostre isole.* Proc. verb. Soc. tosc. di sc. nat. 8 gennaio e 12 marzo 1882. — *Die Tyrrhenis.* Kosmos VIII 1883. — *Ancora la Tyrrhenis.* Proc. verb. Soc. tosc. 11 novembre 1883). Ma chi ben consideri la serie delle sue considerazioni e la trasformazione insensibile ma successiva delle sue idee, trova, se io non erro, che esse giungono, relativamente alle teoriche dei due suddetti autori, a conclusioni opposte a quelle che il Maior forse si prefiggeva quando pella prima volta le manifestò. Egli è evidente che se le

per largo tratto sul Tirreno, per minore spazio sul Jonio, mancano, benchè in piccola parte, i due termini meridionale e settentrionale dell'elissoide. Se dal versante tirreno dove il *gneiss* scende nel mare, fra il Pezzo e Palmi, si dirige uno spaccato al mare Jonio, si avrà presso a poco la figura schematica data dal Suess, quindi una apparenza di ragione per le sue teoriche; se al contrario si conduce uno spaccato dalla estremità opposta dove il *gneiss* si nasconde nel mare Jonio fra il Capo Stalletti e Santa Caterina o Badolato, al Tirreno, si avrà una figura direttamente contraria alla antecedente, la quale potrebbe autorizzare altri a trarre delle conclusioni contrarie a quelle del Suess. Se poi disegneremo degli spaccati da un mare all' altro, nella regione centrale dell'Aspromonte, o a mezzogiorno del Pezzo, vedremo ripetersi sopra ambedue i versanti le medesime disposizioni di strati, e ne trarremo dei dubbî sia contro le teoriche del Suess, sia contro le teoriche contrarie che altri avesse voluto

isole del Tirreno (terziarie e paleozoiche messe insieme come fa il Major) fossero ruderi rimasti di un antico continente connesso una volta colla *Catena metallifera* di terra ferma, si dovrebbe trovare tra quelle e questa una analogia di fauna e di flora assai maggiore, invece di quella notevole differenza che vi si trova e che ha condotto appunto il Major alle sue pittoresche osservazioni. Quella differenza superiore ad ogni attesa, avrebbe condotto un altro, e parmi con molta maggiore ragione, a ritenere che mai vi fu congiunzione fra quelle isole e parti dell' odierna terraferma, ovvero che quella congiunzione avvenne in epoca « molto remota » come sembra propendere a credere il Major nella sua ultima pubblicazione: e quella osservazione, tratta a rigor di logica, indebolirebbe sempre più ma non rafforzerebbe davvero le ipotesi del Savi e del Suess.

È un fatto che in quelle isole con specie di piante ed animali proprie del mezzogiorno e mancanti alle medesime latitudini in terra ferma ed introdotte perciò forse recentemente a cagione delle favorevoli circostanze del clima, se ne trovano alcune simili o identiche a quelle delle corrispondenti latitudini di terra ferma la cui presenza si spiega naturalmente col fatto della vicinanza geografica.

Ma ve ne sono moltissime altre (in Corsica, in Sardegna, in Pianosa, al Giglio, nel Monte Argentario) notevolmente diverse e quasi speciali; parecchie anzi ve ne sono esclusive dell'una o dell'altra di quelle isolette (gl'*Iberus* dell'Argentaro, dell'Elba, di Corsica, di Sardegna) le *Tachycampylaea* di Pianosa, di Corsica, di Sardegna e parecchie altre specie per non parlare che dei molluschi, e queste specie, provano, direi, che ad epoca remota montano l'esistenza e l'isolamento di quelle isole, conclusione che il Major in parte dirà essere pur sua, ma che certo non rafforza, anzi combatte le idee del Savi e del Suess. Nè, quando in alcune di quelle isole, grandi pure oggi molti chilometri quadrati, si scoprono delle brecce ossifere che rappresentano accumulazioni di resti animali avvenute certo durante lunga serie di secoli, bisogna esagerare, come fa il Major, la supposizione che quelle fossero una volta molto più estese d'oggi. Certo è probabile che via via nei tempi trascorsi alcune di quelle isole fossero più grandi e che in mezzo fra loro altre isolette esistessero, oggi scomparse; anche mentre uno legge queste pagine, da un lato una parte del litorale di quelle isole si avanza pel sollevamento, ma dall'altro una porzione, minata dal mare, si ritira, e questo già vediamo essere accaduto fin nei tempi pliocenici, giacchè p. e. le ghiaie di Vallebiaia e dei colli vicini derivanti certo dal Monte Pisano mostrano quivi l'esistenza in quei tempi di terreni cretacei ed eocenici oggi scomparsi. Ma non bisogna esagerare al solito queste supposizioni e credere che là dove oggi vediamo poche e sparse isolette, e dove troviamo estesi terreni ora sollevati che nel quaternario, nel pliocene, nell'eocene erano fondo di mare, esistesse in quelle rispettive epoche un continente.

Concludendo, la vecchia ipotesi del Savi rinnovata con altri intenti dal Suess ed in parte dal Major non regge ai fatti: i geologi i quali costruiscono tante ipotesi sul fondo del Tirreno e in generale sul fondo dei mari, perchè la mancanza di una diretta osservazione delle cose che ivi si trovano li incoraggia a farle, ricordano troppo quegli alpigiani dell'Apennino i quali dicono che i laghetti, sì frequenti lungo le sommità, sono senza fondo, perchè dessi mai li misurarono.

dedurre dagli spaccati differenti. Di altre considerazioni è ferace lo spaccato della regione centrale a traverso la Piana. Ho già detto che la Piana rassomiglia a un gran golfo o ad una grande apertura crateriforme, ed in specie là dove si accosta direttamente ai monti, fra Oppido e S. Giorgio, vi scoscendono d'ogni intorno pendici ripidissime ed elevate di *gneiss* che si nascondono sotto il piano poco elevato, formato ivi da terreni alluviali e da sabbie postplioceniche delle quali non si vede il sottosuolo. Parrebbe vedere in ciò una conferma ed un accordo colle teoriche del Suess, che pertanto non troviamo, se partendoci da quella regione conduciamo uno spaccato verso l'Jonio. Prescindendo dal fatto che più a N. si comincia a vedere eziandio il fianco occidentale del *gneiss* facente parte di quell'elissoide, come ho detto, bilaterale, ricorderò che nella direzione di quello spaccato, tutti gli strati, non solo quelli del *gneiss* ma anche quelli degli schisti cristallini e degli schisti carboniosi, situati nel fianco orientale dell'elissoide, sono inclinati, non già verso l'Jonio, ma verso il Tirreno per effetto di una pressione, qualunque essa sia, e di un rovesciamento. Non sono dunque gli strati situati verso il Tirreno i più ripidi, e maggiormente inclinati; anzi questi sono i più declivi e più dolcemente pendenti: quantunque poi l'elissoide sia ivi quasi unilaterale, perchè sopra il fianco occidentale del *gneiss* mancano in quel punto altre rocce, pure gli strati pendono tutti, anche quelli della gamba orientale, all'opposto di quello che è indicato nella figura del Suess. Quindi conviene dire che le forme orografiche e stratigrafiche di questi luoghi avranno le loro ragioni; ma se qualcheduna, isolatamente, potrebbe prestarsi ad interpretazioni favorevoli a qualche teorica, nel loro insieme non potrebbero sostenere la supposizione del Suess, nè una supposizione contraria. Isolatamente ripeto i casi sono tanti, che pur pensando una teorica qualsiasi sui sollevamenti sarebbe non difficile trovare una pretesa conferma in uno o nell'altro, mentre poi magari tutti i rimanenti la combatterebbero. L'essere gli strati terziarî inclinati, per quanto poco, verso il mare, nel lato orientale, ed il non esserlo in grande parte del lato occidentale potrebbe anche dare una qualche idea di unilateralità dell'elissoide secondo le idee del Suess; ma si risponderebbe che nella porzione più meridionale del lato occidentale quegli strati sono completi ed inclinati come ad oriente; che poi del rimanente quegli strati non furono sprofondati e inabissati nel lato occidentale, ma esistono, ed in strati orizzontali punto scontorti. Si potrebbe aggiungere ancora che qui nelle Calabrie i sinclinali successivamente minori e meno sollevati non si succedono nè verso settentrione, nè verso oriente, cioè nella parte opposta a quella donde si suppone venuta la spinta; ma anzi seguono ad occidente delle serie montuose più grandi e più elevate della Sila e dell'Aspromonte, e ad occidente della pretesa linea di sprofondamento, preteso limite primo di tutti i sollevamenti. Per verificare quel che ho detto ora, si ricordi la posizione dei monti Peloritani, del Capo Vaticano, e del monte Cocuzzo appetto alle elissoidi maggiori dell'Aspromonte e della Sila.

Il Suess conosceva bensì l'esistenza dei monti Peloritani nel fianco occidentale dell'Aspromonte (*Die Ent.* p. 28); ma riteneva che questo fatto non combattesse le sue conclusioni generali, limitandosi egli a notare che presentava qualche analogia colla presenza dei piccoli lembi di terreni antichi nel lato meridionale delle Alpi orientali.

Però l'insieme dei fatti sarebbe assai più adattato a provare, diversamente da quello che accennò il Suess, 1° che « la massa dell'Aspromonte insieme alla Serra S. Bruno *non* è completa a oriente » perchè intorno al Capo Stalletti il *gneiss* s'affaccia direttamente all' Jonio; 2° che quella massa « *non* è interrotta nello stretto di Messina » il quale risponde ad un sinclinale; 3° che « *non* abbraccia i monti Peloritani » perchè questi formano un anticlinale indipendente; 4° « che *non* è dappertutto demolita verso il mare Tirreno » perchè, salvo nella parte centrale, gli anticlinali sono completi; 5° che « *non* sono frammenti avanzati ad occidente *nè* lo scoglio di Scilla *nè* il Capo Vaticano », perchè il monte di Scilla fa parte dello stesso anticlinale principale con cui è immediatamente e da ogni parte riunito, che bensì è ivi interrotto direttamente dal mare; il Capo Vaticano poi che è pur esso interrotto dal mare fa parte per altro di un anticlinale distinto.

Secondo le osservazioni del Lovisato poi, fatte senza preconcetti, « la massa della Sila *non* ha manto completo di schisti tutto all'intorno » che « anzi la massa granitica-gneissica s'inabissa dal lato orientale della Sila, (cioè verso l'Jonio), mentre dolcemente discende nella valle del Crati (cioè verso occidente) » (Lovisato, Bull. Com. geol. vol. IX, p. 479, 1878) ciò che è diametralmente contrario alla supposizione fatta dal Suess. E contraria alla supposizione che « la massa del Monte Cocuzzo sia interrotta verso occidente cioè verso il mare Tirreno » è parimente l'osservazione del Lovisato che precisamente e solamente da quel lato ha trovato le formazioni calcaree più recenti con pendenza diretta al mare come le altre.

Il Capo Vaticano che fa parte della regione da me studiata presenta veramente una serie di strati analoga a quella figurata dal Suess; ivi è una cupola cinta dal mare, nella quale, salvo forse per brevissimo tratto intorno a Tropea, non si vede se non la porzione orientale degli strati, che presentano le loro testate al mare verso occidente, mentre la porzione occidentale manca del tutto. Del resto, dopo i fatti esposti sopra, parmi inutile che mi fermi a considerare se l' aspetto del Capo Vaticano possa o no avere un'importanza favorevole alla dottrina del Suess.

La stessa direzione quasi meridiana delle elissoidi calabresi e dei loro assi è poi favorevole alla supposizione che questi monti si sieno formati per effetto di pressioni dirette tra levante e ponente, piuttosto che contro nord o nord-est.

Il Suess connette quei pretesi fatti di sprofondamento dell'Aspromonte, della Catena metallifera e d'altri luoghi, alla formazione di vulcani, che per la regione dell'Aspromonte sarebbero tutti quelli, antichi e moderni, delle isole Eolie. Su questi vulcani tornerò a discorrere; ma intanto dirò che tutte le regioni vulcaniche della parte peninsulare d' Italia, escluse forse le trachiti di monte Catini in Val di Cecina e d'Orciatico, le quali per argomenti molto incerti paiono mioceniche, tutte si formarono per la prima volta nel postpliocene o tutt' al più negli ultimi tempi del pliocene. Dei vulcani delle Eolie in particolare e del vulcano di Bolsena si hanno prove che furono attivi negli ultimi tempi del pliocene e durante il postpliocene, e sarebbero i più antichi della parte peninsulare dell'Italia: manca ogni indizio che fossero accesi nei tempi anteriori, la qual cosa sembra pure esclusa e per l'Etna e per gli altri vulcani della Sicilia, e della penisola. Or come si potrebbe attribuire a causa o ad effetto di uno sprofondamento dell'Aspromonte la formazione di vulcani avvenuta

in sul terminare del pliocene, mentre gli orli di quel preteso sprofondamento sono tutti circondati e riempiti da una massa quanto mai regolare, anzi orizzontale, di terreni per lo meno miocenici? Evidentemente alla ripida spiaggia di Scilla, di Bagnara, del Capo Vaticano, alle ritte pendici di Gerace, di Platì, della Piana, sull'Jonio e sul Tirreno, bisogna attribuire altre cagioni che non uno sprofondamento operato dall'atto del sollevamento e dalla formazione di vulcani. Io aggiungerei che a que' fatti bisognerebbe attribuire delle cagioni naturali, non delle cagioni relative a faglie, a subissamenti, a cataclismi improvvisi, a fenomeni che erano il *Deus ex machina* pronto a tutto spiegare nei sistemi geologici trascorsi, prima che il Lyell desse alla scienza nostra fondamenti positivi e sperimentali. Se tornassimo coll' idea alle età trascorse nell' Aspromonte medesimo, cioè al postpliocene, al pliocene, al miocene, osservando quegli antichi terrazzi e quegli scoscendimenti di cui qualche traccia narrai essere rimasta fino a noi, e vedendo le antiche rocce scendere al mare mediante alte e scoscese pendici, applicando le teoriche di cui qui è fatto cenno, saremmo tentati di ammettere che quegli scoscendimenti e quelle ripide pareti accennassero a sprofondamenti e ad inabissamenti di rocce sotto il fondo del mare. Ma il tempo intanto è passato, il sollevamento ha fatto emergere il fondo del mare sottostante a quelle pareti rocciose, ed esaminandolo si può vedere che nessuna delle supposizioni che prima avessimo fatte era vera; non faglie, non sprofondamenti, non inabissamenti, ma invece sedimenti marini depositati sopra un fondo regolare che il mare si era conquistato togliendolo colla forza alla terra. Lo stesso deve accadere, e lo si vede cogli occhi, oggigiorno. Accadono sì gli sprofondamenti ma non dove il sollevamento innalza un lembo di terreno, mandandone precipitosamente in perdizione un altro corrispondente, bensì dove il mare rode e mina il terreno e lo *inabissa* sgretolandolo e disperdendone i frammenti sul fondo. Così si vede essere accaduto nell' Aspromonte, ed altrove nelle epoche passate, così deve accadere nell'Aspromonte oggigiorno come si vede accadere altrove.

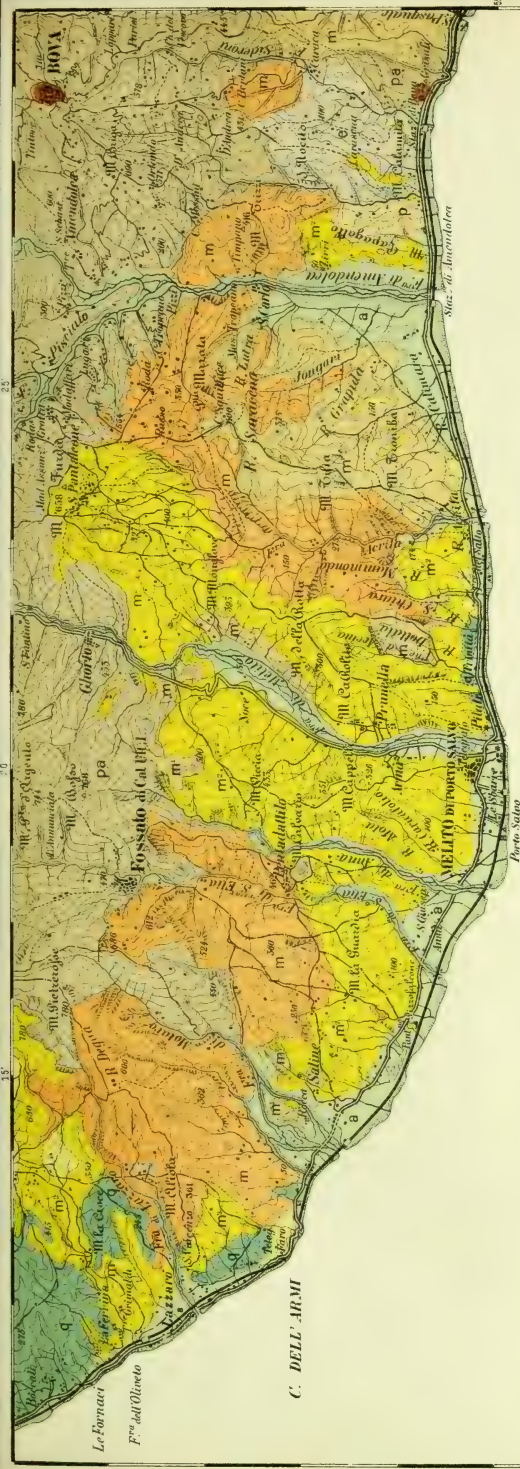
Da quel che ho detto mi sembra risultare che sarà stata una pressione laterale nella crosta terrestre o, secondo le idee che io ho esposto altrove una serie di pressioni tangenziali, quella che produsse il sollevamento dell'Aspromonte: ma nè per esso nè per quello della Catena metallifera mi sembrano fondate le teoriche del Suess: sì per l'uno che per l'altra si può escludere che siavi un lato di sprofondamento ed un fianco solo di sollevamento, come si può escludere che quel preteso sprofondamento sia dalla parte di mezzogiorno o di ponente.

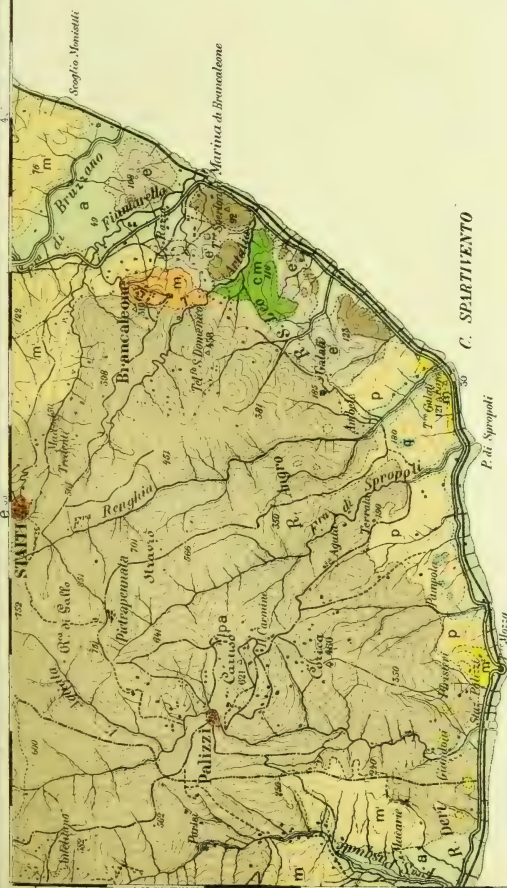
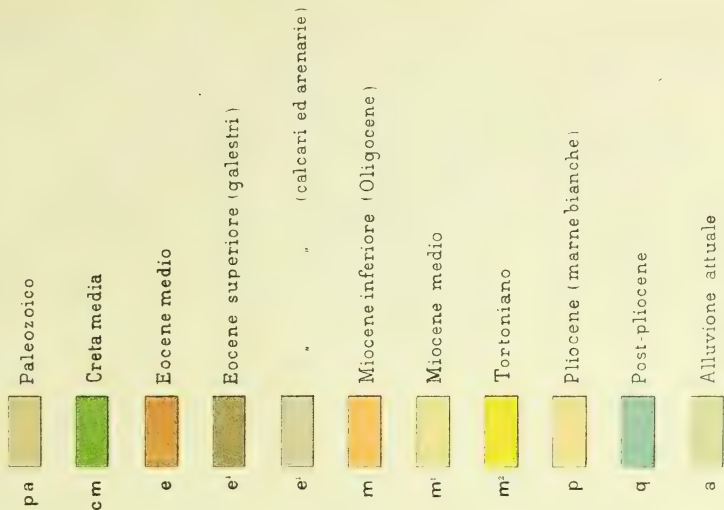
§ 5. *Rapporti fra il sollevamento dell' Aspromonte e delle giogaie contigue e l' origine dei vulcani.*

La posizione dell'Aspromonte contigua a quella dei vulcani Eolici, mi porta a fare alcune considerazioni sui vulcani della parte peninsulare d'Italia, frutto di osservazioni fatte da me nei varî luoghi, e riassunto delle osservazioni altrui. Cominciano questi vulcani, piuttosto sparsi, a settentrione, in Toscana nella provincia di Pisa colle rocce trachitiche di Monte Catini in Val di Cecina e d'Orciatico: succedono nelle provincie di Siena e di Grosseto i vulcani di Radicofani, monte Amiata e Rocca strada, mentre parallelamente alla Toscana si alza nel mare l' isola vulcanica di

Capraia. Nell'Umbria è la trachite dell'altipiano di Rieti: nella provincia di Roma seguitano i vulcani di Bolsena, di Latera, di Vico, e di Bracciano, quindi i vulcani Albani, poi quelli nel territorio degli Ernici di Giuliano, di Patrica, della Selva dei Muli, di Ticchiena, del Callame, di S. Francesco, di S. Marco, di Pofi, e di Arnara. Nella provincia di Caserta è il vulcano di Rocca Monfina, al quale si ergono paralleli nel mare i vulcani delle isole Ventotene, Palmarola e Ponza. Vengono dopo nella provincia di Napoli i Campi Flegrei ed il Vesuvio, di fianco ai quali s' inalzano nel mare i vulcani dell'Epomeo, di Procida, ecc. In Basilicata sono il vulcano del Volture, ed il S. Michele i più meridionali della penisola. Nelle isole succedono invece i vulcani nel fianco occidentale della Sardegna, nelle isole d'Ustica, ed in quelle di Alicudi, Filicudi, Lipari, Vulcano, e Stromboli facenti parte delle Eolie, nell'Etna e nella Val di Noto in Sicilia, e finalmente nella Pantellaria. Tutti i vulcani della penisola, salvo il Volture, sono posti ad occidente del vertice dell'Apennino ed all' estremo dei vertici montuosi sono posti parimente i vulcani dell'Etna, della Val di Noto, della Pantellaria e delle altre isole. Tutti i vulcani posti nella terra ferma fra quello di Vico ed il Volture, e quelli contigui delle isole Ponza e di Ischia s'innalzano circondati da terreni sedimentarî non molto antichi; anzi quelli della provincia di Roma e di Napoli i quali durano tuttora come il Vesuvio, o cessarono in epoche recentissime s' innalzano sopra terreni piani per gran tratto. Sia dunque per la planitudine, sia pel manto esteso formato dalle rocce recenti, non si può vedere se ivi intorno sieno dei resti di catene antiche formate da antichi lembi rocciosi: l' esistenza di queste a non grande profondità è però certa poichè, fra le altre cose, tanto nelle rocce vulcaniche dei vulcani Ernici, quanto in quelle delle isole Ponza, del Lazio, e del Vesuvio si trovano non raramente frammenti di rocce antiche strappati certamente a non grandi profondità. Gli altri vulcani settentrionali della Etruria fra Orciatico e Vico, e quelli della Sardegna, delle Lipari e della Sicilia, sono tutti, senza eccezione, in contiguità, o per meglio dire in mezzo a monti e colli di antica formazione, come già ho detto altrove. Queste circostanze non parrebbero casuali, e tali non parvero al Suess il quale credette trovare rapporti tra la formazione dei vulcani italiani e l'origine prima delle colline e dei monti più antichi suddetti, od almeno tra quella formazione e sprofondamenti successivi avvenuti in questi monti e colline, secondo lo schema dell'Aspromonte da lui figurato e di cui dianzi ho parlato. Vediamo ora se ed in quanto tali rapporti siano accettabili. Eccettuati, come dicevo, i lembi trachitici di Monte Catini e d'Orciatico in Toscana che io con molto dubbio attribuii all' epoca miocenica, e quelli forse pur miocenici di Sardegna ([1]), tutti gli altri vulcani secondo la concorde opinione dei più differenti scrittori, confermata dai fatti, si sarebbe originati, senza eccezione, non prima del finire dell' epoca pliocenica, ed il loro sviluppo massimo fu durante il postpliocene, giungendo poi parecchi fino a noi od almeno fino ai tempi storici. Ciò dicasi dei vulcani toscani, romani, napoletani, di gran parte di quelli sardi, e dei siciliani. Or noi vedemmo già che i sollevamenti della Catena metallifera e degli antichi monti del

([1]) C. De Stefani, *Cronologia dei vulcani della Toscana* (Proc. verbali della Soc. it. di sc. nat. Pisa, 5 maggio 1878).

mezzogiorno d' Italia, cui si potrebbero aggiungere quelli della Sicilia, ebbero la loro prima origine assai anteriormente all' epoca terziaria, quindi assai prima che tanto fuoco vulcanico si destasse in tutte le isole e nella penisola d' Italia. Egli è troppo evidente dunque che non vi è un rapporto immediato tra il sollevamento primitivo di quegli antichi monti, e la formazione recentissima dei vulcani. Possiamo noi credere che un rapporto esista fra questi ed uno sprofondamento recente che sarebbe avvenuto negli antichi monti suddetti secondo lo schema del Suess? Neppur ciò si deve credere, se non erro, poichè indipendentemente da altri fatti, vediamo i vulcani della Sardegna essere sorti nel bel mezzo a due giogaie granitiche, quelli delle Lipari parimente a contatto dei monti Peloritani, la Capraia nel mezzo di rocce antichissime, i vulcani di monte Catini e Orciatico, di Roccastrada, del monte Amiata, di Radicofani, di Latera, di Rieti, di Bolsena o a contatto o a dirittura in mezzo a sinclinali antichissimi, i quali non presentano tracce dei supposti sprofondamenti. Se tali rapporti fra i vulcani e le giogaie antiche d' Italia non reggono quali li ha supposti il Suess, non è a credersi che altri forse da noi ignorati non ne esistano veramente. L'adiacenza di queste giogaie ed appunto la loro antichità tanto più grande dei vulcani si presta alla supposizione che più facilmente nei loro contorni ed in particolore nei sinclinali fra una cupola e l'altra si formassero delle fessure dalle quali emergessero le materie vulcaniche. Forse le fessure furono facilitate e le eruzioni stesse furono cagionate dal forte sollevamento che venne impresso alla regione italiana, e che dura tuttora. È opportuno infatti ricordare che prima del pliocene e durante questo, le serie montuose più volte ricordate e la regione apenninica erano in parte sommerse ed appena apparivano qua e là alcune isole. In queste circostanze cominciò il sollevamento, relativamente rapido, che diede all'Italia la sua forma odierna, e quando i fondi del mare furono rialzati d'alquanto, non molto lungi dai litorali delle isolette, si svilupparono i primi vulcani che erano sottomarini od appena emersi sopra le acque. Messi del tutto in secco dal sollevamento, durante l'età più recente del postpliocene molti vulcani cessarono, e primi quelli di Toscana, forse per l' allontanamento del mare che loro provvedeva le acque. Continuarono i vulcani romani e napoletani che formavano delle isolette come oggi lo Stromboli o dei coni sottomarini nel mare postpliocenico. Ritiratosi il mare e sollevatisi maggiormente anche quei luoghi, cessarono pure que'vulcani, ed oggigiorno le bocche vulcaniche attive rimangono nelle piccole isole come i vulcani delle Lipari, d' Ischia, e della distrutta isola Ferdinandea, ovvero nelle immediate vicinanze del mare come l'Etna, il Vesuvio ed i Campi Flegrei. Il sollevamento però continua in tutta questa regione, e l'emersione, col tempo, farà cessare gli ultimi vulcani rimasti attivi oggigiorno, producendone forse altri lungo i litorali marini che novellamente si formeranno. Così come accadde per gli altri vulcani d'Italia, accadde per le Lipari rispetto all'Aspromonte. Si formarono esse in epoca recente, molto posteriormente al sollevamento dell' Aspromonte e delle altre cupole gneissiche dei monti Peloritani, forse per via di qualche fessura in correlazione col sollevamento pliocenico, postpliocenico, e recente che innalza tutta l'Italia. Tutti i vulcani italiani si sono formati non in una regione soggetta ad abbassamento, ma in una regione di sollevamento.

BOVA
Fossato di Cal Fill
MELITO di PORTO SALVO
Porto Salvo
C. DELL' ARMI
Le Fornaci
Lazzaro
Saline
Pentadattilo
S. Pantaleone
Staz. di Amendolea
SERIE DEI TERRENI
pa Paleozoico
e Eocene medio
e' Eocene superiore
m Miocene inferiore (Oligocene)
m' Miocene medio
m² Tortoniano (Arenarie)
m² " (Calcari)
p Pliocene
q Post-pliocene
a Alluvione attuale
Scala di 1a 100,000
R. Lit. Gozani Pisa

R. Lit. Gozani Pisa

Il Chelonio veronese (*Protosphargis veronensis*, Cap.) scoperto nel 1852 nel Cretaceo superiore presso Sant'Anna di Alfaedo in Valpolicella.

Memoria del Socio GIOVANNI CAPELLINI

letta nella seduta del 3 febbraio 1884.

(Con sette tavole)

Cenni storici e bibliografici sul preteso Saurio di Fane.

Trent'anni or sono, a monte Guaiti in Valpolicella erano in attività alcune cave del calcare cretaceo a lastre, conosciuto col nome di *Scaglia,* del quale anche oggi si continua la escavazione a Mazzurega, a Prunn, a Fane e in altri luoghi di quella amenissima valle.

Le abbandonate cave di monte Guaiti, di proprietà del signor Mazzurega, si trovano a sinistra della strada salendo a Sant'Anna di Alfaedo e da una di esse posta a circa metri 860 sul livello del mare, nel 1852 vennero estratte alquante lastre le quali furono acquistate dai fratelli Marconi di Sant'Anna, contrada Cona, per farne quel che nel paese dicesi un *sieparo.* Intanto sovra due delle lastre di scaglia con le quali i signori Marconi avevano formato la nuova cinta al prato detto della Costa, dal lato appunto della strada furono osservati alcuni avanzi di ossa e queste avendo attirato l'attenzione dei curiosi, ben presto per la Valpolicella si diffuse la voce della scoperta di un uomo petrificato.

D. Mariano Mignolli, oggi parroco dell'Alpo, abitava allora a Fane e appena ebbe sentore della strana scoperta si recò sul luogo; trovate le lastre e giudicatele tali da potere interessare coloro che si occupano dello studio dei petrefatti, le ottenne rimborsando semplicemente il valore delle due pietre [1] e le fece subito trasportare a casa sua.

D. Mignolli, non essendo del tutto privo di cognizioni di storia naturale, dubitava fortemente che quelle ossa potessero riferirsi all'uomo e, almanaccando come avrebbe potuto risolvere la questione, ne estrasse alcuni frammenti da fare analizzare chimicamente.

Il prof. Abramo Massalongo appena seppe dell'acquisto fatto dal D. Mignolli, chiese di potersi recare a Fane per accertarsi della importanza del nuovo fossile e ne trattò subito l'acquisto. D. Mignolli assicura di non aver mai chiesto al Massalongo la esorbitante somma di mezzo milione di lire, come taluno scrisse

[1] Pare che D. Mignolli spendesse poco più di un crocione austriaco, la qual moneta allora in corso a Verona valeva L. it. 5,60.

recentemente ([1]), bensì pare che dapprima intendesse averne poco più di un centinaio di lire e il naturalista veronese avrebbe potuto comperarlo anche per meno, purchè avesse accettato una condizione che veniva posta dal bravo D. Mignolli e cioè: « *che se quel fossile venisse qualificato pietrificato umano, ritornasse in sua proprietà* ». Incredibile, ma vero; il Massalongo non volle mai acconsentire a fare una tale dichiarazione, e il D. Mignolli dopo alquanto tempo fece trasportare le due lastre in Verona presso il suo amico monsignor Paolo Vignola.

Nel 1853 il Massalongo in una dissertazione sopra un nuovo genere di Pandanee fossili ([2]), accennando i principali avanzi organici che s'incontrano nella Creta superiore del Veronese, alludendo al mare in cui si deponeva la *Scaglia*, così si esprime:

« Inocerami ed Echinodermi in copia straordinaria, erano gli abitatori di quelle « onde; copiose Terebratule, Polipai e Belemniti, e stranissime fucoidi gigantesche « (Bolca, monte Spilecco, Magrè nel Vicentino).

« È questo pure il periodo nel quale sorsero i primi *Sauriani* e *Mammiferi*, « nella nostra provincia, i cui avanzi vennero non ha molto scoperti nella valle Poli- « cella di sopra a Fane, e che vennero spacciati per ossa d'uomo petrificate.

« I preziosi avanzi di presso che intero uno di que'remoti animali, conservasi « ancora in avare mani nel paese di *Fane*, ed attende che si tragga dell'oblio ».

Massalongo non si curò più delle ossa del supposto *Sauriano* ([3]) e per ben 28 anni nessun altro naturalista ne fece cenno o mostrò d'interessarsene.

Il dottor Benvenuto Pellegrini, nella adunanza del 26 marzo 1882 della Società Veneto-Trentina di scienze naturali, leggeva le sue « *Note, sulla formazione cretacea nel Veronese* » e poco dopo nel n. 2 del Bollettino di quello stesso anno veniva pubblicato il *Sunto dell'Autore* il quale termina coi seguenti periodi:

. . . .

« Fa la stratigrafia e litologia della Scaglia, passando in rivista i siti ove essa « è sviluppata. Trattando dei suoi fossili illustra particolarmente le specie: *Ptycho-* « *dus latissimus* Agass., *P. polygyrus* Agass., *Otodus appendiculatus* Agass.; non- « chè un *Sauriano* (?) trovato nel 1851 nella Scaglia di Fane (Prunn) ora dimen- « ticato, del quale fece altravolta breve cenno l'illustre e compianto naturalista « prof. A. Massalongo. Il lavoro è corredato da tavole figuranti denti e vertebre dei « succitati pesci della Scaglia e le ossa del saurio (?) di Fane » ([4]).

Intanto la Società geologica italiana aveva scelto Verona per sede della sua prima adunanza estiva e il Comitato organizzatore locale aveva pensato a mettere in mostra quanto potesse interessare i naturalisti che vi avrebbero preso parte.

([1]) Pellegrini dott. B., *Note sulla formazione cretacea nel Veronese*. Bull. Soc. Veneto-Trentina di scienze nat. T. II, n. 3, p. 146. Padova, marzo, 1883.

([2]) Massalongo dott. A. P., *Sopra un nuovo genere di Pandanee fossili della provincia veronese* (Dissertazione). Mem. dell'Accad. d'agricoltura, commercio ed arti di Verona. Vol. XXIX, pag. 191. Verona, MDCCCLIII.

([3]) Il prof. Abramo Massalongo morì nel 1860.

([4]) V. Bullettino della Società Veneto-Trentina, di scienze naturali, T. II, n. 2, pag. 67. Padova, maggio, 1882.

Le ricche e numerose raccolte paleontologiche pubbliche e private poterono essere agevolmente esaminate e studiate, e il signor marchese Ottavio Di Canossa non solo esponeva nel proprio palazzo la sua pregevolissima raccolta di fossili (ittioliti principalmente) ma ospitava eziandio altre collezioni inviate dai dintorni, e nel cortile appiè della scala facevano pure bella mostra le due lastre di Scaglia coi resti del preteso sauriano ([1]).

Quando io giunsi in Verona il 2 settembre 1882 parecchi dei miei colleghi già avevano avuto l'opportunità di ammirare quel fossile; allorchè lo vidi per la prima volta, anzitutto mi interessai di sapere se avrei potuto acquistarlo. Qui non starò a rifare la storia del come in capo a due soli giorni riescissi ad avere le famose pietre, accennerò soltanto che non mi rifiutai a rilasciare, nel caso, al loro proprietario amplissima dichiarazione che nulla vi era che potesse riferirsi ad un *uomo petrificato*; e mentre, in nome ancora della scienza, sento di dover porgere i più vivi ringraziamenti ai signori marchesi Di Canossa e al cav. Nicolis che mi coadiuvarono moltissimo, affinchè ottenessi quanto desiderava, mi corre l'obbligo di scagionare dal titolo di avaro il signor D. Mignolli il quale capiva benissimo che quei resti fossili avrebbero avuto valore soltanto dopo che da una mano paziente fossero stati liberati dalla roccia e quindi convenientemente illustrati.

Prima di avere acquistato le famose lastre di Scaglia di monte Guaiti, io mi era tenuto nel più grande riserbo e limitandomi a guardare attentamente e minutamente, non aveva espresso ad alcuno la mia opinione intorno alle ossa fossili che includevano; appena ne fui proprietario, senza che pure lo si sospettasse, contrariamente all'opinione di tutti accennai che si trattava di un *Cheloniano* e ai colleghi presenti feci notare la forma di parecchie vertebre che si trovavano in parte allo scoperto e indicai quali ossa dovevano a mio avviso appartenere al piastrone. Da quel momento nessuno parlò più del *Sauro* di Fane bensì del supposto uomo fossile che finiva per essere una tartaruga; crebbe allora a dismisura l'interessamento di tutti per quelle pietre rimaste per tanti anni abbandonate sotto un portico nella casa del canonico monsignor Vignola in via Madonna Terraglio, ma dopo pochi giorni già erano tormentate dal mio scalpello ([2]).

Nel dicembre 1882 una parte delle ossa già erano liberate dalla roccia e pensai di non dover tardare ulteriormente a dirne due parole; mi limitai, quindi, a farne brevissima comunicazione all'Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna ([3]), ritenendo che si trattasse di avanzi di una *Protostega* ([4]).

([1]) Il sig. Nicolis E. nelle *Note illustrative alla carta geologica della provincia di Verona*, pubblicate nell'occasione del 1° Convegno della Società geologica italiana in Verona nel settembre 1882, a pag. 72 parlando dei fossili della *Scaglia rossa* cita: « a Fane scheletro forse di *Sauro* ».

([2]) La mattina del 10 settembre 1883 le due lastre venivano trasportate dalla stazione di Bológna al mio laboratorio.

([3]) Capellini, *Sui primi resti di Protostega in Europa*. Rendiconto delle Sessioni dell'Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna p. 46. Sessione 24 dicembre 1882. Bologna, 1883.

([4]) Per giustificare in qualche guisa come parecchi naturalisti avessero scambiato le ossa del gran Chelonio della Scaglia con quelle di un Sauriano, ricorderò fin d'ora che in America, valenti paleontologi per qualche tempo confusero ossa di Protostega con quelle di Mosasauro. Come io avessi

Trascorso neppure un mese, il barone Achille De Zigno in una sua dotta Memoria, *Sui vertebrati fossili dei terreni mesozoici delle Alpi venete*, brevemente fa cenno delle spoglie del rettile di cui nel settembre dell'anno precedente aveva veduto alcune ossa degli arti, vertebre, coste ecc. sopra due lastre di Scaglia rossiccia esposte nel cortile del palazzo Canossa e aggiunge: « Questo fossile singolare fu in al-« lora acquistato dall'illustre mio amico comm. Giovanni Capellini, che fu il primo « a riconoscerlo per un cheloniano ».

Il De Zigno riferisce un brano di una mia lettera colla quale riteneva che si trattasse del genere *Protostega* finora scoperto soltanto nel Cretaceo di America, e si compiace che un fossile così importante sia capitato nelle mie mani e che per tal modo sia conservato all'Italia ([1]).

Poco dopo, il cav. Stefano De Stefani leggeva all'Accademia di agricoltura, arti e commercio di Verona una sua lettera col titolo « *Sui primi resti di un Ittiosauro e di un Cheloniano scoperti nella provincia veronese* »; accennando, pel secondo, il fossile da me acquistato ed esprimendosi, al riguardo, nei seguenti termini ([2]):

« Di un altro rettile, forse di nuovo genere si arricchiva testè la fauna fossile « del terreno cretaceo veronese. Trattasi di un grande Chelonio passato *sub judice* « nelle mani . . . . (del prof. Capellini) al quale spetta « il merito di averlo per primo riconosciuto e tratto dall'oblio in cui giaceva inde-« terminato ancora da parecchi anni in Verona ».

L'autore prosegue narrando d'esser passato da Bologna nei primi del dicembre mentre io era assente, di aver però visitato il Museo geologico e il mio privato laboratorio ove trovò « già bene avviato il difficile e dilicato lavoro di estrarre dalla « dura roccia quelle rare ed interessanti reliquie ». Trascrive quindi un brano della mia comunicazione all'Accademia di Bologna, già pubblicata, ed aggiunge di aver saputo più tardi da me, essermi convinto che quel fossile non si poteva identificare con alcuna delle tartarughe fossili già conosciute e che probabilmente lo avrei distinto con un nome generico nuovo.

Non sarà senza interesse di avvertire che nel n. 47 dell'*Arena*, giornale veneto-trentino in data 17 febbraio 1883 in Verona, fu pubblicato un cenno della Seduta pubblica di lettura del 15 febbraio 1883 dell'Accademia di agricoltura, arti e commercio, nel quale a proposito della lettura fatta dal cav. Stefano De Stefani si dice: « Di un altro fossile passò quindi a trattare, esso pure scoperto nel Veronese, e pas-« sato in proprietà del prof. G. Capellini. Questo è un grande Chelonio, e tale lo dichiarò « lo stesso professore in opposizione a quanti aveanlo prima ritenuto per Sauriano ».

motivo di sospettare che si trattasse del genere *Protostega* e forse di una delle specie già note in America, si rileverà dal seguito di questo lavoro, sopratutto quando parlerò dell'omero.

([1]) De Zigno barone Achille, *Sui vertebrati fossili dei terreni mesozoici delle Alpi venete*. Memoria letta alla r. Accademia di scienze, lettere ed arti di Padova nella tornata 21 gennaio 1883, p. 12-13. Padova, 1883.

([2]) Stefano De Stefani, *Sui primi resti fossili di un Ittiosauro e di un Cheloniano scoperti nella provincia veronese*. Lettera al cav. Adolfo Senoner, letta nella tornata 15 febb. 1883. — Estratto dal vol. LX, serie III, fasc. I dell'Accademia d'agricoltura, arti e commercio di Verona p. 8-10. Verona, 1883.

Fino dall' ottobre 1882 aveva scritto ripetutamente al signor dott. Benvenuto Pellegrini per sapere se aveva stampato le *Note sulla formazione cretacea nel Veronese*, delle quali ho già ricordato il sunto che egli stesso ne aveva pubblicato nel maggio precedente; e poichè supponeva che il suo silenzio derivasse dall' essere le mie lettere andate smarrite per non preciso indirizzo, mi rivolsi allora alla Segreteria della Società Veneto-Trentina in Padova. Ma pare che anche quella mia lettera restasse giacente alla sede della Società dal 25 ottobre al 2 dicembre, quando da un gentilissimo vice-segretario mi fu spedito in comunicazione il manoscritto del Pellegrini « non « potendo (scriveva egli) ancora mandarle il volume degli Atti che sono in corso di « stampa. La tavola (aggiungeva) annessa alla Nota non ho potuto procurarmela su- « bito, ma spero dentro domani di potergliela far avere ».

Presi nota di quanto era detto in proposito del *Sauriano* (?) *della Scaglia di Fane* e mi affrettai a restituire il manoscritto e ringraziare, avvisando che non aveva ricevuto la promessa tavola. Poco dopo seppi che quel lavoro non era ancora stato stampato, ma che sarebbe stato pubblicato nel prossimo numero del Bullettino e infatti comparve nel n. 3 del tomo II nel marzo del 1883.

Appena il lavoro del dott. Pellegrini fu pubblicato, lo lessi col più vivo interesse e vi trovai la breve notizia sul fossile di Valpolicella, non però quale doveva risultare dal resoconto e come l'aveva letta nel manoscritto.

Nel titolo della Notizia, invece della parola *Sauriano*? che trovavasi nel manoscritto fu stampato *Chelonio*, e uguale modificazione fu fatta nella penultima riga del penultimo paragrafo stampato. Fu soppressa la citazione della tavola, nella quale era detto che le ossa erano ridotte a $\frac{15}{100}$ della loro grandezza naturale e, anche nell'ultimo periodo, il Pellegrini si limitò a sostituire la parola Chelonio a quella di *Saurio* senza occuparsi di altre modificazioni che dopo un tal cambiamento avrebbe dovuto fare necessariamente. L'ultimo paragrafo, infatti, è così concepito:

« Essendo ardua impresa tentar di determinare il genere di questo vertebrato, « perchè manca completamente la testa, nè vi è alcuna traccia di denti (*sic*) e di « vertebre (*sic*), mi sono limitato a vedere se fosse possibile lo stabilire con « qualche probabilità almeno la classe. Or bene da confronti fatti mi sembra « che il tipo di qualcuna di queste ossa rammenti piuttosto un chelonio che « qualche altro vertebrato, ma il dire una parola sicura è davvero cosa difficilis- « sima » [1].

Per tacere delle vertebre delle quali nelle due lastre si vedevano chiaramente le tracce di una diecina almeno, come si può rilevare in parte dalla tav. I la quale fa conoscere come si trovava la lastra principale prima di essere trattata con lo scalpello, volendo mutare le parole *Sauriano* e *Saurio* in quella di *Chelonio*, l'autore doveva riflettere che non era più il caso di parlare di denti e che, per conseguenza, nella terza riga dell'ultimo paragrafo bisognava togliere le parole: *alcuna traccia di denti.*

[1] Pellegrini dott. B., *Note sulla formazione cretacea nel Veronese.* Bullettino della Società Veneto-Trentina di scienze naturali. T. II, n. 3, p. 146-147. Padova, marzo, 1883.

Qui termina la serie delle citazioni e dei giudizî relativi al celebre fossile di Valpolicella che ho la fortuna di possedere; occupandomi della sua illustrazione, ho creduto di non dovere ommettere di ricordare tutto quanto ne fu detto o scritto in trent'anni.

Del Cretaceo di Valpolicella e in particolare della Scaglia e dei suoi fossili.

Quando le due lastre di Scaglia furono esposte nel cortile del palazzo Canossa, la maggiore di esse era collocata in guisa che, facilmente si capiva come i resti degli arti posteriori dell'animale da taluno fossero stati giudicati nient' altro che le braccia del fantasticato uomo petrificato e parte del bacino avesse potuto essere stata interpretata come porzione di cranio. Nella tav. I vedesi rappresentata detta lastra, a $\frac{1}{10}$ della grandezza naturale, appunto in detta posizione e da questa figura sarà agevole di rendersi conto che qualunque disegno fosse stato eseguito, anche da valente artista, non avrebbe potuto render conto di ciò che stava sepolto entro la roccia. Nella lastra in discorso trovavasi la maggior parte delle ossa, e le sue dimensioni erano e sono tuttavia m. 1,85 × m. 1,50 con una grossezza quasi uniforme di m. 0,05 [1]; porzioni di ossa e alcune poche ossa intere trovavansi nella lastra minore, come avrò occasione di ricordare in seguito; ma questa ne fu interamente spogliata per completare ciò che esisteva nella lastra principale.

Questa seconda lastra è un poco più piccola della prima, avendo una lunghezza di m. 1,60 ed una larghezza di m. 1,5; la grossezza varia da m. 0,06 a m. 0,04 decrescendo da uno dei lati maggiori verso il lato opposto.

Dal « *Prospetto dei marmi e pietre dell'epoca cretacea* » compilato dal signor Michelangelo Aschieri, a corredo della collezione da esso inviata all' Esposizione industriale di Milano (prospetto che fu ristampato dal dott. Pellegrini), è facile di rilevare il posto che le due lastre dovevano occupare nella cava; posto di cui ho potuto altresì rendermi conto visitando la località e assumendo informazioni dai cavatori a Prunn.

Nel citato prospetto sono indicate 37 qualità di marmi e pietre, tenendo conto della disposizione naturale delle lastre nelle cave e segnando col n. 1 il *Biancone grosso* con lastre della grossezza di m. 0,18 e col n. 37 il *Mesalon di fondo* con lastre grosse m. 0,24; e credo di non andare errato ritenendo che il posto da assegnare alle lastre coi resti di tartaruga sarebbe fra gli *Stillari* e le lastre che stanno fra i numeri 10 e 15.

Accennai che, della esatta provenienza delle lastre da me acquistate e del posto che dovevano occupare nel potente complesso di straterelli calcarei che costituiscono il Cretaceo superiore veronese, potei rendermi conto visitando la località.

[1] Il dott. Pellegrini stampò che le ossa *sono sparpagliate sopra una pietra di metri* 3,90 *per* 4,50 *grossa* 10 *centimetri*. Queste dimensioni non si avrebbero neppure mettendo insieme le due lastre, e del resto egli ricorda anche la *pietra dello strato superiore con incavi delle ossa rimaste aderenti alla prima*. Lo stesso errore era nel manoscritto e bisogna ammettere che egli non abbia misurato le lastre delle quali scrisse. Mem. cit. Bull. Soc. Ven.-Trent. T. II. n. 3. p. 147. Padova, marzo. 1883.

Infatti, approfittando della gentilezza del sig. cav. Enrico Nicolis e del rev. D. Mariano Mignolli, i quali mi avevano offerto di accompagnarmi in una escursione in Valpolicella, il 5 giugno 1883 partito con essi da Verona visitai le cave di Prunn, e passando per Valecchia e Vagimal mi intrattenni specialmente a monte Guaiti e alla Costa, prolungando la gita fino alle vicinanze di Sant'Anna d'Alfaedo.

Le rocce cretacee di Valpolicella, alle quali il Nicolis assegna una potenza complessiva di circa m. 150, riposano con stratificazione concordante sopra le rocce giuresi e sono ricoperte da basalti e tufi basaltici riferiti all'Eocene.

Al ponte di Prunn si ha una bella sezione del Cretaceo inferiore, nonchè dei calcari marnosi con selce e delle marne a fucoidi e schisti bituminosi che stanno fra il vero *biancone* con *Belemnites dilatatus*, *Holaster cor* (Neocomiano) e la Scaglia rossa del cretaceo superiore.

Gli strati che costituiscono la base del *biancone* sono molto compatti, a frattura concoide, e d'ordinario sono indicati col nome di *marmo majolica*; a questi il Nicolis assegna una potenza complessiva media di m. 6 e mancano di selce; in essi ebbi la fortuna di raccogliere io stesso un superbo esemplare del citato caratteristico *Belemnites dilatatus.*

I calcari meno fini con letti e arnioni di selce che stanno superiormente e che pure si inclina a ritenere come spettanti al Cretaceo inferiore, hanno una potenza complessiva di m. 15.

Il Cretaceo inferiore di Boschitello nel Licodiano, scoperto ed illustrato per la prima volta dall'ing. Travaglia e che nel luglio 1880 ebbi l'opportunità di esaminare in compagnia dello stesso ingegnere, del comm. Giordano e del barone I. Cafici, offre le più strette analogie con quanto si vede in Valpolicella; in Sicilia, però, il calcare è un poco più marnoso e i fossili abbondanti [1].

Al biancone fa sèguito dal basso in alto una serie di calcari marnosi verdolini ricchi di piromaca e vi sono interposti schisti marnosi, bituminosi, nerastri, detti *libron del diavolo*, nei quali furono trovati avanzi di pesci; vi hanno poi abbondantissime le fucoidi verso la parte mediana del complesso, ed anzi in generale sotto gli schisti bituminosi e superiormente si trovano marne galestrine intercalate con marne compatte silicifere grigio-verdastre chiare, le quali terminano in alto con intercalazioni di straterelli calcarei biancastri.

Questo complesso, che il Nicolis ha indicato come *serie media del calcare cretaceo veronese*, ha una potenza approssimativa di m. 70 e, meglio che altrove, si può studiare nell'alta Valpolicella ove in taluni punti, nei quali per opera di lenta denudazione fu esportata molta parte della roccia marnosa, rimasero in posto grandi accumulamenti della selce piromaca che in essa trovavasi inclusa [2].

[1] Travaglia R., *La sezione di Licodia-Eubea e la serie dei terreni nella regione S. E. della Sicilia.* Bollettino del r. Comitato geologico d'Italia. Serie II, vol. I, pag. 244 e 505. Roma, 1880. — Cafici I., *Sulla determinazione cronologica del calcare a selce piromaca e del calcare compatto e marnoso (forte e franco) ad echinidi e modelli di grandi bivalvi nella regione S. E. della Sicilia.* Boll. cit. Serie II, vol. I, pag. 492. Roma, 1880.

[2] Dopo aver notato che vi hanno stretti rapporti fra il Cretaceo inferiore del Licodiano e quello del Veronese, ricorderò che non si può restare dubbiosi sul posto da assegnare al calcare

Finalmente vi ha quel complesso di calcari biancastri, rosei e rossi, d'ordinario nodulosi, a lastre le quali si separano facilmente per la intercalazione di marna schistosa, e che in complesso sono indicati col nome di *Scaglia.* Questi calcari dai geologi finora furono riferiti tuttiquanti al Senoniano, sebbene in parte si abbiano a ritenere un poco più antichi, avuto riguardo a taluni fossili che pure vi si incontrano; forse non si è lontani dal vero ammettendo che nella Scaglia considerata nel suo complesso di strati (che ha una potenza di 30 a 40 metri), devono trovarsi rappresentate le principali zone del Cretaceo superiore.

Gli strati della base, ossia quelli coi quali comincia questo complesso, sono di calcare biancastro, poco noduloso e con grossezza che raggiunge perfino m. 0,30. Negli strati inferiori delle cave di Valecchia ho raccolto discreti esemplari dell'*Hoplites Pailleteanus* d'Orb., ed un bellissimo *Acanthoceras Mantelli* Sow. (1) provenienti dagli strati più profondi verosimilmente cenomaniani.

Nelle stesse cave raccolsi, in compagnia del cav. Nicolis, di D. Mignolli e A. Cerato altre ammoniti: *Phylloceras* cfr. *Ph. syrtalis* Morton, *Schloembachia* sp.?; oltre importanti avanzi di Ippuriti e Radioliti e bellissimi esemplari di *Inoceramus Brongniarti* Sow. e *Inoceramus Cuvieri* Sow.

Per graduati passaggi il calcare si colora in roseo, e la tinta aumenta di intensità fino a raggiungere il suo maximum negli strati decisamente superiori che al contatto del basalte sono molto frammentati, mentre la roccia ha assunto il colore rosso vivo incarnato.

Visitando le cave di Prunn ebbi a notare sopra una lastra di Scaglia rosea, ancora in posto, due grandi ammoniti sufficientemente conservate per poterne con qualche approssimazione indicare anche la specie.

Queste ammoniti che potei acquistare pagando poco più del prezzo della lastra nella quale si trovavano, oggi si possono ammirare nella galleria al piano terreno dell'Istituto geologico di Bologna; l'una di esse ha un diametro di m. 0,34 e l'altra m. 0,37 e sembrano appartenere entrambi al genere *Schloenbachia* di Neumayr, e più che ad altra specie assomigliano alla *Schl. tridorsata* Schlüt. (2). La lastra ha una grossezza media di m. 0,04 a m. 0,05 e per facilitarne il trasporto la feci ridurre alla lunghezza di m. 1,35 con una larghezza di m. 0,63; per i caratteri litologici, essa si accorda perfettamente con le lastre nelle quali sono le ossa della tartaruga, sebbene la tinta sia un poco più sbiadita; sulla sua superficie nodulosa si veggono parecchie altre piccole ammoniti indeterminabili, ed una *Schloembachia* grande metà delle precedenti trovasi pure sulla faccia opposta della stessa lastra. Nelle già ricordate *Note illustrative alla carta geologica della provincia di Verona* del sig. cav.

marnoso con piromaca nel quale il Cafici trovò singolari fossili ritenuti Spongiarî. Nel Licodiano manca il complesso che rappresenta la Scaglia, ma il calcare marnoso con piromaca è da ritenersi ivi pure come spettante ad un orizzonte ad essa inferiore, quindi non solo cretaceo ma anche più antico del Senoniano.

(1) Il signor Rodolfo Farneti trovò nelle vicinanze di Rocca Corneta nell'Apennino bolognese una ammonite in un frammento di calcare silicifero in mezzo alle argille scagliose. Avendo potuto esaminare e studiare quell'interessante esemplare, vi ho riconosciuto l'*Acanthoceras Mantelli*, Sow.

(2) Da una lastra di Scaglia rosea ho tratto anche un esemplare che sospettai potesse riferirsi alla *Schl. Texana*, Roem.

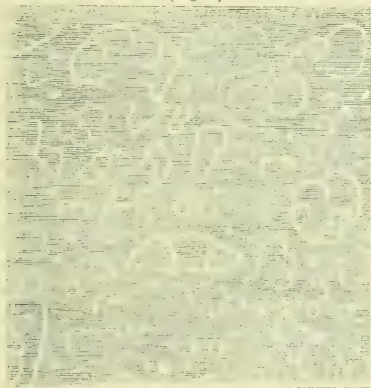
E. Nicolis ([1]) vi ha un elenco dei principali fossili della Scaglia complessivamente considerata e fra essi figurano quelli che incontransi con maggiore frequenza, specialmente negli strati superiori, e pei quali la Scaglia fu ritenuta tutta quanta riferibile al Senoniano, voglio dire gli Echinodermi.

Di questi gioverà ricordare che nella Scaglia rossa trovansi frequenti e abbastanza ben conservati esemplari di *Echinocorys vulgaris* Freyn, (*Ananchites ovata* auct.), *Ech. vulgaris* var. *pyramidalis*, *Ech. concava?* (*Ananchites concavus* Cat.), *Ech. tuberculatus* D'Orb. (*Stenonia tuberculata* Desm.), *Cardiaster subtrigonatus* Cat. sp. ([2]), *Card. Zignoanus* D'Orb.

Inoltre giova ricordare i superbi denti di *Ptychodus latissimus* Agass., *Ptych. polygyrus* Agass., e le vertebre di *Otodus appendiculatus* Agass., trovati nella Scaglia biancastra delle cave di Mazzurega e dei quali posseggo bellissimi esemplari che devo alla gentilezza del compianto cav. prof. Gaetano Pellegrini.

Le sezioni sottili della Scaglia di Valpolicella mostrano che quel calcare è passato per la trafila organica, e che si tratta di una di quelle rocce clastiche che da taluni sono indicate col nome di rocce zoogene. Risulta infatti per la massima parte di foraminiferi, fra i quali primeggiano le globigerine (*Globigerina cretacea*); inoltre vi si notano abbondanti i generi *Rotalia*, *Textilaria*, *Lagena*, *Oligostegina?*

La fig. 1 permette di apprezzare come una sezione sottile si presenta sotto il microscopio con un ingrandimento di cinquanta diametri.

(Fig. 1).

Ingrandimento di 50 diametri.

Le sezioni dalle quali sono stati ricavati i disegni dei foraminiferi rappresentati nella figura, furono fatte in frammenti staccati dalla lastra in cui trovansi le ossa del Chelonio, con le quali in qualche caso la roccia si è quasi immedesimata. Altre sezioni da esemplari di Scaglia più decisamente rosea e biancastra non hanno presentato differenze notevoli per quel che riguarda i resti organici microscopici; nello schisto argilloso interposto alle lastre di calcare, non mi è riuscito di poter riconoscere avanzi organici microscopici, sebbene abbia la ferma convinzione che non vi debbano mancare completamente; vi si notano frequenti alcune di quelle fucoidi che potrebbero benissimo appartenere invece a passaggi di vermi ([3]).

([1]) Nicolis, op. cit. p. 72, 73. Verona, 1882.

([2]) Di questo echino ho cavato un esemplare anche dalle lastre con le ossa del Chelonio nelle quali ho pure trovato frammenti di ammoniti indecifrabili.

([3]) Mentre questo lavoro era alle stampe, dal prof. M. Hantken di Budapest ricevetti la sua recente

A proposito delle fucoidi ricorderò che sopra taluna lastra di Scaglia ve ne hanno di veramente colossali; presso Prunn ne ho veduto alcune con fronda larga sei a sette centimetri e che occupavano lastre di oltre m. 1,50 di larghezza e lunghe circa due metri.

La mia escursione in Valpolicella, insieme al cav. Nicolis e al rev. D. Mignolli, era stata decisa non soltanto pel desiderio di studiare la località dalla quale provenivano le due lastre con le ossa della tartaruga, ma eziandio nella speranza di poter ritrovare alla Costa qualche altro frammento di osso, forse anco altre vertebre cervicali e la testa dell'animale, rimasta per certo nelle lastre che furono cavate in continuazione con quelle salvate dal D. Mignolli.

A tal fine, giunto al Prato della Costa ove il D. Mignolli ricordava benissimo di aver fatto togliere dalla cinta le due pietre con le supposte ossa umane, esaminai con la maggiore attenzione ad una ad una tutte le lastre che da due lati cingono il campo dei sigg. Marconi; inutilmente però, chè non mi riescì trovare il più piccolo frustolo di osso, nè impronta od altro che potesse avere rapporto con il fossile da me acquistato.

Descrizione dei resti del Chelonio di Valpolicella.

Accennata la storia della scoperta della tartaruga di Valpolicella e di quanto finora era stato scritto in proposito; dopo avere parlato brevemente del suo vero giacimento e delle infruttuose ricerche per scoprire in parte almeno quanto mancava nelle due lastre acquistate dal D. Mignolli; dirò come riescii a ricomporre l'esemplare quale nella tav. II vedesi rappresentato, con una fototipia a $^1/_6$ del vero.

Fin da principio avendo notato che nella lastra minore si trovavano soltanto poche ossa intere, e che il gruppo più importante era costituito da porzioni delle ossa che erano incastonate nella lastra maggiore, pensai di dover estrarre ogni cosa dalla lastra minore per completare le ossa rimaste nella lastra principale, e per avere in un solo esemplare di roccia tutto quanto spettava al fossile in quistione. Lavorando con la maggiore diligenza per liberare dalla lastra minore le diverse porzioni di ossa riescii a cavarne una delle placche preaddominali, la destra, e porzione della corrispondente placca preaddominale sinistra, parte della placca postaddominale sinistra, il capo del femore sinistro, tre schegge del femore destro, piccole porzioni di coste, due frammenti di vertebre e alcune ossa del piede sinistro. Di tutti questi avanzi soltanto un frammento di coracoide non figura nella lastra, sulla quale sono legate al loro posto tutte le ossa che furono trovate, in parte o completamente, nascoste entro la roccia.

Ho già ricordato che la lastra principale presentavasi come fu disegnata nella tav. I ridotta a $^1/_{10}$ da un lucido fatto sull'esemplare; il lungo e penoso lavoro per cui riescii a isolare dalla roccia quasi tutte le ossa, per poterle bene studiare e per ridurre l'esemplare come si vede nella tav. II, fu eseguito interamente da me; non avendo creduto questa volta di poterne affidare ad altri neppure una parte. Il duro calcare fu tolto mediante punte e scalpelli procurando, per quanto fu possibile, di secondare

pubblicazione « *A Clavulina Szabói-Rétegek áz Euganeák és a tengeri Alpok Területén és a krétakoru* » Scaglia « *az Euganéakbau* ». Budapest, 1883.

La sezione della Scaglia padovana, tav. IV, fig. 2, non è abbastanza ben riescita e nulla ho trovato da aggiungere a quanto aveva osservato per la Scaglia veronese.

la struttura nodulosa della roccia in guisa che le superficie create artificialmente poco differissero da quelle che si hanno per il clivaggio naturale delle lastre. Soltanto coloro che videro l'esemplare in Verona, e che qualche volta hanno assistito al paziente lavoro od hanno avuto occasione di rivedere il fossile prima che fosse tutto messo allo scoperto, forse hanno potuto rendersi conto delle difficoltà che ebbi a superare. Finalmente dopo avere staccato dalla lastra la maggior parte delle ossa, si trattava di decidere se si dovevano tenere separate dalla pietra, non essendo certamente il caso di pensare ad una ricostruzione dello scheletro, sia per la mancanza di molti elementi, quanto ancora per le deformazioni subìte dalle ossa che rimangono.

Dopo avere riflettuto che una parte delle ossa conveniva lasciarle aderenti alla roccia, nulla essendovi da rilevare nel lato pel quale erano ancora naturalmente attaccate, pensai che per le altre il miglior partito sarebbe stato di fissarle al posto stesso d'onde erano state estratte, non già servendosi di mastice o d'altro, bensì praticando minuti fori sulla lastra in corrispondenza delle diverse ossa, e fissando queste per mezzo di sottili fili che si confondessero, quanto più era possibile, col colore delle ossa e permettessero di isolarle ogniqualvolta ciò fosse necessario per studiarle. Anche questa lunga operazione riescì bene e la fotografia che fu fatta dell'esemplare così aggiustato mostra che i sottili fili, mentre assicurano le ossa al loro posto, non disturbano affatto l'occhio di chi ammira questo fossile straordinario [1].

Ad eccezione adunque di pochi frammenti e schegge di ossa, che ho ritenuto debbano appartenere alla cintura scapolare, tutto quanto fu trovato nelle due lastre si vede riunito in quella che è figurata nella tav. II a $^1/_6$ della grandezza naturale.

Un semplice sguardo basta a far rilevare che non vi ha un solo osso da riferire al cranio e che mancano la maggior parte delle vertebre cervicali e caudali; nel descrivere, quindi, particolarmente i resti di questo importantissimo rettile per farne apprezzare i rapporti e le differenze con i generi affini, comincerò senz'altro dal far conoscere quanto ho trovato della colonna vertebrale e delle coste.

Protosphargis veronensis Capellini.

Col nuovo nome generico *Protosphargis* con cui distinguo il Chelonio di Valpolicella, intendo di ricordare che l'antichissima tartaruga della quale si trovarono gli avanzi nelle rocce cretacee del Veronese, ha stretti rapporti e finora può considerarsi come il più antico parente delle Sfargidi fossili terziarie e della *Sphargis coriacea* dell'attualità, la quale predilige i mari caldi e temperati, principalmente quelli del Brasile, sebbene si conoscano un certo numero di esemplari catturati nel Mediterraneo.

I principali caratteri consistono nelle coste e vertebre libere, ossia indipendenti da quanto avrebbe potuto riferirsi al dermatoscheletro, e per forma similissime a quelle della *Sphargis coriacea*, con la quale ha altresì di comune la mancanza di vere placche dermiche dorsali e marginali e la forma generale del piastrone [2].

(1) I fori fatti per fissare le ossa che furono liberate dalla roccia, sono in numero di 90; essi hanno un diametro di poco più di un millimetro.

(2) Nella *Sphargis coriacea* fu constatata la esistenza di una placca dermica dorsale la quale, in riguardo della posizione che occupa nell'animale, fu detta *placca nucale*. Vedi Gervais, Mem. cit. Pl. 7, fig. 12*a*, 12*b*.

Fra i fossili, lasciando da parte gli scarsissimi avanzi terziarî riferiti al genere *Sphargis*, il genere *Protostega* fondato da Cope coi resti di una colossale tartaruga scoperta nel Cretaceo del Kansas occidentale, offre grandi somiglianze con la *Protosphargis*; ma ne differisce per la mancanza di placche marginali e per le quattro grandi placche dorsali attribuite alla *Protostega gigas*, descritte e figurate dal Cope stesso.

Per quanto ho potuto rilevare dalla rimanente porzione dell' omero sinistro e dalla impronta lasciata nella roccia, quest'osso somigliava moltissimo a quello della *Protostega tuberosa*, Cope (*Atlantochelys tuberosus*, Leidy; *Holcodus acutidens*, partim. Leidy; *Platecarpus tympaniticus*, partim, Cope; *Platecarpus tuberosus*, Cope) specie fondata con un solo omero trovato nel Cretaceo di Columbus, Mississipì, e dapprima attribuito ad un Mosasauro. Ritenendo però troppo scarsi i mezzi di confronto con questa specie, ed escludendo che la tartaruga veronese fosse provvista di placche dermiche dorsali come il genere *Protostega*, non ho creduto possibile di fare alcuna identificazione con le Sfargidi fossili del Cretaceo dell'America settentrionale.

Il nome specifico (*veronensis*) imposto alla Sfargide di Valpolicella, è destinato a ricordare la provincia ove fu scoperto questo straordinario chelonio del quale, per ora, non si conoscono altri avanzi non solo in Italia ma in nessuna parte dell' antico continente; chelonio vissuto nel mare cretaceo che si estendeva al piede delle Prealpi retiche e contemporaneo delle Protosteghe del Kansas, le quali vivevano nel mare cretaceo che bagnava il fianco orientale delle Montagne rocciose.

Colonna vertebrale e coste.

Considerando la colonna vertebrale distinta nelle regioni cervicale, dorsale, sacrale e caudale o coccigea, dirò anzi tutto che della regione cervicale del Chelonio di Valpolicella non ci resta che l'ultima vertebra, ossia l' ottava, la quale vedesi in alto e a destra nella tav. II, e nella tav. V fig. 1 e 2 è rappresentata a metà della grandezza naturale.

Questa vertebra per la forma ha grande somiglianza con la corrispondente della *Chelone Caouana*, ma il cattivo stato di conservazione non permette di entrare in confronti troppo particolareggiati sia con il genere *Chelone* che col genere *Sphargis*; dovrò quindi limitarmi a farne una breve descrizione, tenendo conto sopratutto di ciò che potrà giovare per caratterizzare l'individuo cui spetta.

Questa vertebra è procele, ossia con faccia anteriore concava e faccia posteriore convessa, come si sarebbe verificato anche per le tre precedenti 5ª, 6ª, 7ª qualora si fossero trovate. Alquanto distorta verso il lato destro per compressione subìta, questa vertebra presenta la faccia anteriore del suo corpo abbastanza ben conservata, come si rileva dalla tav. V fig. 1; la sua concavità è ben pronunziata, l'altezza è eguale a m. 0,032, e la larghezza in corrispondenza e comprese le apofisi o processi obliqui, posteriori o inferiori, dei quali sussiste quello del lato destro, se si tiene conto di quanto manca nel lato sinistro, si può valutare m. 0,050. La lunghezza del corpo stesso è di m. 0,046 e dalla fig. 2 tav. V si può rilevare il suo portamento obliquo.

L'arco nevrale sembra che sia perfettamente saldato col corpo della vertebra, senza che rimanga traccia di sutura; l' apofisi spinosa è molto robusta, espansa e piegata

nell'indietro come nella corrispondente vertebra di tutti i Cheloni, dalla base della faccia anteriore alla sommità dell'apofisi spinosa si misurano m. 0,108; per la subìta compressione il canale nevrale ci si presenta di forma ovoide, ma ricostituendolo quale doveva essere si avrebbe un diametro di m. 0,023 e in tal caso la cifra m. 0,108 si ridurrebbe a soli m. 0,102. Intorno ad altre particolarità di questa vertebra non credo di potermi intrattenere, atteso la poco buona conservazione dell'esemplare; dirò soltanto che l'apofisi spinosa nella sua estremità ha un diametro trasverso di m. 0,016 e che in parte sussiste l'apofisi o processo obliquo anteriore o superiore destro fig. 1 e 2 tav. V.

Le vertebre dorsali, come in tutti i Chelonî, dovevano essere in numero di 10, ma di esse potei soltanto rintracciare gli avanzi delle prime 9, e queste si vedono nella tav. II segnate con numero progressivo dal 2 al 10, e nella tav. III dalla lettera *b* alla lettera *k* si trovano riordinate e completate. Lo spazio vuoto, che nella lastra tav. II intercede fra la 8ª vertebra cervicale 1 e la vertebra dorsale segnata 3, accenna alla mancanza della prima vertebra di quella regione, della quale però trovasi una metà segnata 2, a destra della 5ª vertebra dorsale segnata 6.

Davanti a questa vertebra probabilmente corrispondeva una placca nucale, contro la quale doveva poggiare l'apofisi della 8ª vertebra cervicale, come si verifica nel genere *Sphargis* [1], ma di essa non ho trovato traccia.

Il citato frammento della prima vertebra dorsale spetta alla sua parte anteriore, e facilmente lo riconobbi per tale perchè ha la faccia articolare leggermente concava. La seconda e la terza vertebra essendo rimaste al loro posto e in rapporto con le relative coste del lato destro, come si può vedere nella tav. II 3, 4, nella tav. III *c*, *d* furono semplicemente disegnate ravvicinate alquanto. Queste vertebre, essendo altresì le meglio conservate fra quelle della regione dorsale, pensai di isolarle per poterle bene esaminare in ogni loro parte. La terza vertebra, che è anche la più lunga, vedesi rappresentata nella tav. V fig. 3, 4, 5, 6, vista per tre lati e per la sua faccia articolare posteriore, e ridotta a $\frac{1}{2}$ della grandezza naturale. Se si tiene conto della deformazione e logorazione subìte dal corpo di questa vertebra, benchè sia uno dei meno guasti, si troverà che per la sua forma generale nulla presenta di particolare e corrisponde alle ossa omologhe della *Sphargis* e del genere *Chelone* propriamente detto; la metà destra, che è la meno sciupata, può servire benissimo alla ricostruzione della metà sinistra che trovasi in cattive condizioni. La sua lunghezza è di m. 0,126, la massima larghezza anteriore doveva essere circa m. 0,068 e la larghezza posteriore m. 0,056, mentre nella porzione mediana trovasi ridotta a soli m. 0,022. Le facce articolari sono approssimativamente piane, e la posteriore vedesi rappresentata nella tav. V fig. 6. L'arco nevrale relativamente largo e profondo nella prima metà anteriore, quasi svanisce verso la estremità opposta, tav. V fig. 4. Nella lastra dalla quale ho staccato questo e altri corpi delle vertebre dorsali non ho riscontrato traccia di archi nevrali, e tanto meno poi avanzi di placche corrispondenti; qual sia la interpretazione da dare in proposito, lo dirò in seguito.

[1] Gervais P., *Ostéologie du Sphargis Luth* (Sphargis coriacea). Nouvelles Archives du Museum d'histoire naturelle de Paris, VIII. Paris, 1873.

Mi sono interessato in modo particolare della 3ª vertebra dorsale, sia perchè è una delle meglio conservate nell'esemplare di cui mi occupo, come ancora perchè è la più lunga fra le sue congeneri.

Nella tav. III nella quale è restaurata la regione dorsale dell'animale, si può rilevare che la seconda vertebra (*c*) è lunga m. 0,122 con una larghezza massima anteriore di m. 0,066. La 5ª vertebra, tav. II *b* e tav. III *f*, è pure abbastanza ben conservata ed è lunga m. 0,117; e la 6ª, tav. II 7 e tav. III *g*, sebbene alquanto guasta nel lato destro, può servire per precisarne la lunghezza che è eguale a m. 0,110. Le vertebre 4ª, 7ª, 8ª, che nella tav. II sono segnate coi n. 5, 8, 9, sono in così cattivo stato da non permettere serî apprezzamenti; in ogni modo ne ho tentato la restaurazione nella tav. III *e, h, i*; della 10ª vertebra dorsale non ho trovato avanzi, ma per confronti e analogie ne ho tracciato la figura e le dimensioni nella stessa tav. III *l*.

Dopo avere parlato delle vertebre dorsali, prima di descrivere gli avanzi di quelle che spettano ad altre regioni, dirò delle coste. Queste ossa per la loro forma e portamento si potrebbero identificare con quelle del genere *Sphargis*, e fra i fossili corrispondono ancora assai bene alle coste del genere *Protostega*.

Le coste inserite al disopra dell' articolazione dei corpi delle vertebre, come si può vedere nella tav. III, si articolano per mezzo di un capo che sormonta una specie di collo, al di là del quale la costa si espande e si allunga in forma di spada come appunto succede nel genere *Sphargis*.

Le coste del 1° e del 10° paio in questi animali sono affatto diverse dalle altre e, tenendo conto dei rapporti già notati fra il genere *Sphargis* e il Chelonio di Valpolicella, ho immaginato che queste ossa fossero quali si vedono rappresentate in contorno punteggiato nella tav. III 1, 1'; 10, 10'.

Al primo paio ho attribuito un frammento che nella tav. II è segnato 11, e che ho riferito alla 1ª costa sinistra come si vede nella tav. III 1'; questa costa è molto più piccola delle altre e quasi cilindrica. Nulla ho trovato da poter riferire al 10° paio. I resti delle altre otto paia di coste si vedono notati nella tav. II coi numeri progressivi dal 12 al 26, e nella tav. III coi n. 2 a 9; una di queste coste, la destra del 3° paio, fu isolata dalla roccia per poterla studiare anche nella sua faccia esterna o superiore, sebbene si presenti distorta e meno ben conservata di altri frammenti. Nella tav. V fig. 7, 8 vedesi figurata in grandezza $^1/_3$ del vero, e restaurata la costa sinistra del 5° paio la quale è sciupata meno delle altre per quel che riguarda la porzione che ci resta; la restaurazione fu fatta tenendo conto delle analogie col genere *Sphargis*, e non ho isolato questa costa per non compromettere l'osso importante del piastrone che in parte la nasconde. Il frammento scoperto e disegnato nella tav. V è lungo m. 0,220 con una larghezza media di m. 0,090, la espansione laterale è più sviluppata che nelle coste della *Sphargis*, mantenendosi però il carattere importantissimo della completa indipendenza di queste ossa fra di loro; la sezione, fig. 8, a metà della lunghezza del frammento permette di apprezzarne la forma piuttosto pianeggiante nella faccia esterna e convessa nella faccia opposta; bisogna però tener conto della pressione subìta e della deformazione che può avere sensibilmente alterato questi caratteri. Questa costa

intera doveva essere lunga circa m. 0,460 come ho supposto con la ricostruzione, tav. V fig. 7.

Le fig. 9, 10 tav. V, come gia ho accennato, rappresentano porzione della costa destra del 3° paio vista per la faccia dorsale, fig. 9, e per la faccia opposta, fig. 10. Per la faccia dorsale, è da notare che l'osso invece di essere liscio presenta rugosità e scabrezze in modo da prestarsi facilmente per aderenza col derma, offrendo anzi i caratteri delle ossa che nel derma si sviluppano.

Con gli altri frammenti di coste, per la maggior parte in posto ma taluni sparpagliati come si vede nella tav. II, ho riordinato e ricostrutto le coste del 2°, 4°, 6°, 7°, 9° paio, le quali erano tutte quante indipendenti, come è facile di rilevare dalla tavola citata e dalla tav. III, e giustificano pienamente i rapporti del Chelonio di Valpolicella con la *Sphargis* che vive ancora, sebbene rara, nell'Adriatico e nel Mediterraneo [1]. Vorrei però notare che nel fossile di cui mi occupo vi ha già qualche cosa che accenna quasi ad una evoluzione del tipo *Sphargis* verso il genere *Chelone*, e che ciò si rileva dallo studio della faccia dorsale delle coste ed è confermato in qualche modo anche dal maggiore sviluppo delle placche del piastrone.

Dopo avere accennato quanto si riferisce alla regione dorsale, prima di occuparmi di altre parti dirò di una vertebra che ho riferito alla regione sacrale, e di altre due vertebre le quali evidentemente spettano alla coda. La vertebra che nella tav. II è indicata col n. 27, e che nella tav. VI è rappresentata a metà della sua grandezza nelle figure 4, 5, 6, corrisponde alla 1ª delle tre vertebre sacrali che dovevano trovarsi nel nostro animale come nel genere *Sphargis*. La figura 4 tav. VI rappresenta la detta vertebra vista per la sua faccia anteriore, e nella fig. 5 della stessa tavola la vediamo figurata per la faccia opposta sempre a metà della grandezza naturale. Nella fig. 6 noi vediamo questa vertebra *a* in rapporto con le sue apofisi trasverse o coste sacrali *b b'*, come taluni hanno voluto chiamarle. Queste apofisi,

[1] Fino dal 1847 P. Gervais nel tomo XI del *Dictionnaire univ. d'histoire naturelle* riferì al genere *Sphargis* alcune placche ossee trovate in una lastra di mollassa grigia di Vendargues presso Montpellier. Quelle placche erano state attribuite prima ad un pesce (gen. *Ostracion*) e poscia al *Megatherium*. — Il Gervais ne fece conoscere i rapporti con le placche ossee che danno solidità al derma della *Sphargis coriacea*, e indicò la specie fossile col nome di *Sphargis pseudostracion*. Gervais, *Zoologie et paléontologie françaises 2me édition* p. 438, pl. IX, fig. 1. Paris, 1859. — In seguito sono state riferite al genere *Sphargis* alcune placche raccolte da Koch nel calcare eocenico dell'Alabama, insieme alle ossa di Zeuglodonte (il famoso *Hydrarchus*) e dapprima credute porzioni di corazza di quello strano animale. Il prof. Seely nel 1879 riconobbe pure per avanzi dermici di *Sphargis* le placche scoperte nel 1847 nel calcare di Leitha in Ungheria, confermando così il giudizio datone dall'Hauer e dal Dr. Fuchs, contrariamente a chi le aveva riferite a un nuovo Dasipode (*Psèphophorus polygonus*).

Mentre correggeva le prime prove di stampa (6 marzo) dall'amico e collega P. I. Van Beneden riceveva una interessantissima nota con la quale illustra gli avanzi di una nuova *Sphargis* fossile.

Si tratta di poche ossa raccolte dal M.se di Wavrin nell'argilla da mattoni delle rive della Schelda (Rupeliano o Oligocene superiore), e l'eminente paleontologo belga, dopo aver provato che devono essere riferite al genere *Sphargis*, le ha attribuite ad una nuova specie che nomina: *Sphargis rupeliensis*. Oggi, quindi, si può dire che nel Terziario si conoscono resti (per verità incompletissimi) di quattro diverse specie del vero genere *Sphargis*. Van Beneden P. I., *Note sur les ossements de Sphargis trouvés dans la terre à brique du Pays de Waas*. Bull. de l'Acad. r. de Belgique 3e Série, t. VI, n.° 12. Bruxelles, 1883.

che non sono saldate col corpo della vertebra e che sono tanto caratteristiche per la loro forma e robustezza, si vedono nella tav. II indicate coi numeri 28 e 29, l'una presso il pube sinistro rovesciato, l'altra sotto la placca preaddominale, o ipopiastrone, del lato sinistro. Avendo anche trovato due apofisi che ritengo appartenere alla 2ª vertebra sacrale, tav. II 30, 31 e tav. VI fig. 6 *dd'*, ho creduto conveniente di rappresentarle viste per la faccia inferiore o interna in rapporto con la corrispondente vertebra mancante *c*, che ho ricostrutto con linee punteggiate, e considerate al posto che occupavano in relazione con quelle della 1ª vertebra sacrale.

Il corpo della 1ª vertebra sacrale è lungo approssimativamente m. 0,030, dico approssimativamente perchè è alquanto deformato e non se ne possono fissare le misure con la desiderabile esattezza; vi si notano tracce di apofisi spinosa e apofisi oblique anteriori. Delle grandi apofisi trasverse, la meglio conservata è la sinistra; essa è lunga m. 0,084 e la sua maggiore grossezza è di m. 0,037. Dei rapporti di queste apofisi trasverse con l'ileo al quale servono a dare robustezza e di altre particolarità credo inutile di intrattenermi.

Le apofisi trasverse riferite alla 2ª vertebra sacrale sono notevolmente più piccole delle precedenti e differiscono anche per la forma; di esse però non si può dire con esattezza perchè hanno subìto notevole compressione, come del resto è avvenuto per la maggior parte delle altre ossa.

Le figure 7, 8, 9 e 10, 11, 12 rappresentano due vertebre caudali, delle quali però non azzarderei di indicare il vero posto che dovevano occupare. Nella *Sphargis coriacea* illustrata da Gervais (¹) si contano 18 vertebre caudali, ed è da ritenere che non meno ne avesse il Chelonio di Valpolicella. Il corpo di queste vertebre è concavo anteriormente, e convesso leggermente nella faccia posteriore. La maggiore di esse è rappresentata per la faccia anteriore nella fig. 7 tav. VI, e per la faccia opposta nella fig. 8; la figura 9 ci permettte di renderci conto della sua lunghezza approssimativa che è di m. 0,027. L'altra vertebra alquanto più sciupata è rappresentata per la faccia anteriore fig. 10, e la sua faccia posteriore si vede nella figura 11; la figura 12 rappresenta la stessa vertebra vista per il lato inferiore o interno, e tutti quanti i disegni sono a metà della grandezza naturale.

Del piastrone.

Sommamente importante è quella parte del fossile che corrisponde al piastrone. Allorchè per la prima volta, in Verona, esaminai la lastra principale con le ossa del supposto *Sauriano*, scorsi tracce di tre ossa piatte, larghe e con dentellature che mi fecero subito pensare alle placche dorsali della *Protostega gigas*, delle quali ricordava benissimo le figure pubblicate dal Cope (²).

Appena ebbi concluso l'acquisto delle due lastre ruppi il silenzio e, contrariamente a tutti i giudizî emessi fino a quel momento, dichiarai (come già ho accennato) che io riteneva trattarsi di resti di un Chelonio.

(¹) Gervais P., *Ostéologie du Sphargis Luth.* Tav. VIII, fig. 1, 2. Nouvelles Archives du Museum. Mem. T. VIII. Paris, 1873.

(²) Cope E. D., *The Vertebrata of the Cretaceous formations of the West*, p. 99, pl. XIII. Washington, 1875.

Nell'idea di probabili rapporti del Chelonio di Valpolicella con quello del Kansas occidentale persistei anche dopo avere cominciato il lavoro di scoprimento delle ossa; anzi ne feci cenno nella Nota pubblicata per annunziare che io riferiva a un Cheloniano i resti del preteso Sauriano di Fane, e nello stesso senso ne scrissi allora al barone De Zigno e al signor cav. Stefano De Stefani.

Se non che, dopo avere messo ogni cosa allo scoperto e dopo essermi accertato che le ossa piatte digitate del Cheloniano veronese appartenevano al piastrone, mentre il Cope dimostra con buoni argomenti che quelle da esso illustrate dovevano appartenere allo scudo, fui costretto a riconoscere che i supposti rapporti fra i due fossili per questa parte venivano a mancare.

A questa considerazione relativa alla mancanza di grandi placche dermiche dorsali, che forse si potrebbe spiegare con altre ragioni, si aggiungeva un'altra circostanza che non tarderò maggiormente ad accennare.

Nelle due lastre non ho trovato un solo frammento che si potesse riferire alle placche marginali, contro le quali si innestano le estremità distali delle coste dei cheloniani che hanno scudo o rudimento di scudo. Queste placche marginali, invece, non mancavano nel genere *Protostega* ed il Cope ne ha figurato parecchie, raccolte insieme alle altre ossa della *P. gigas* scoperta al forte Vallace.

Che se potrebbesi ancora dubitare che il Chelonio di Valpolicella avesse avuto placche dorsali o per lo meno una placca nucale come nella *Sphargis* attuale, e che queste non fossero state trovate perchè rimaste nella lastra che stava inferiormente alla lastra principale, lo stesso ragionamento non si potrebbe fare per le placche marginali chè, qualora avessero esistito, se ne sarebbe trovato per lo meno qualche frammento.

La mancanza di placche dorsali e quella delle placche marginali che ne doveva derivare quasi come conseguenza, la forma complessiva del piastrone, insieme alla indipendenza e forma delle coste, mi persuasero che, se un qualche rapporto si voleva trovare coi chelonî attuali, non v' era che da riferirsi al genere *Sphargis* dal quale però il Chelonio veronese differisce tanto che, senza esagerare, si può benissimo considerare come tipo di un genere nuovo; da ciò il nome di *Protosphargis veronensis* con cui proposi e propongo ancora di distinguerlo.

Ciò premesso, dirò che nella lastra principale (v. tav. I) trovai soltanto quattro delle sette ossa del piastrone che più o meno incomplete veggonsi figurate nella tav. II e meglio ancora nella tav. III, numeri I-VIII. Queste ossa nella tav. III portano i numeri II, III, IV, VI; quelle che si riferiscono ai numeri V, VII, VIII furono staccate dalla lastra minore che ricopriva la lastra principale e conteneva parecchi frammenti delle ossa che in quella erano incastonate.

Per i rapporti e le analogie che ho creduto di trovare fra la *Protosphargis* e la *Sphargis*, sebbene si potrebbe ammettere che la *Protosphargis* costituisse un tipo intermedio fra la vera *Sphargis* e il genere *Chelone*, ho supposto che nel fossile veronese il piastrone si componesse soltanto di otto pezzi e che, per conseguenza, mancasse soltanto completamente la placca pretoracica (epipiastrone) destra. Prima di procedere devo accennare che, per quel che riguarda il piastrone, io accetto le vedute di Kitchen Parker il quale, dopo aver dimostrato la impossibilità di riferirne

taluni elementi all'endoscheletro e alcuni altri al dermatoscheletro, conclude: che tutte quante le ossa del piastrone, avuto riguardo al loro modo di sviluppo e alla loro sede, sono da considerarsi come *ossa cutanee*, ossia spettanti al dermatoscheletro ([1]). Il piastrone infatti si sviluppa nel tessuto connettivo sottocutaneo, ossia nella stessa matrice nella quale si costituiscono le placche accessorie dello scudo dei cheloniani e le placche dermiche di molti vertebrati, quelle per esempio del coccodrillo; quindi le ossa del piastrone sono da considerarsi come placche toraciche addominali. Il Parker ritiene che la placca impari dei chelonî, placca toracica o interclavicolare, ossia il così detto entosterno secondo alcuni autori, corrisponda alla serie di ossa non appaiate che trovansi lungo la linea addominale del plesiosauro, il quale si può considerare come l'antenato dei chelonî. Questa placca non fu notata nella *Sphargis* e manca nel Chelonio veronese.

Il piastrone della *Protosphargis* ricostrutto con tutto quanto fu trovato nelle due lastre di scaglia, e completate le ossa con linee punteggiate, mostra la più stretta analogia col piastrone della *Sphargis coriacea*, sebbene alcuni dei suoi elementi presentino maggiore sviluppo di quello che si osserva nell'esemplare di *Sphargis* illustrato da Gervais ([2]).

Nell'osso che nella tav. II è segnato col n. 24, ho creduto di riconoscere parte della placca pretoracica sinistra (*epipiastrone* o *episterno* di alcuni autori), e nella tav. III n. II quest'osso si vede al suo posto in grandezza $1/_6$ del vero, e completato con linee punteggiate.

Fanno seguito le due grandi placche post-toraciche (*iopiastrone* o *iosterno*) le quali trovavansi nella lastra principale ed ivi furono lasciate senza tentare di isolarle, anzi giovandosi di esse quasi di punti fissi per la ricostruzione dell'intero piastrone. Queste ossa, tav. III numeri III, IV, confrontate con le corrispondenti della *Sphargis coriacea*, presentano uno sviluppo laterale alquanto maggiore e un numero notevole di digitazioni in ogni senso. Dal centro di ossificazione diramandosi in tre direzioni principali tanto nella *Sphargis* quanto nella *Protosphargis*, assumono nella seconda l'aspetto di una lamina triangolare con la base rivolta in alto, con lati frastagliati e digitati, e con gli angoli terminati da una o più digitazioni molto sottili, delle quali una superiore che si raccorda con la corrispondente placca pretoracica, e tre inferiori ben distinte che vanno a innestarsi fra le digitazioni superiori della placca preaddominale.

Nell'esemplare di cui ci occupiamo, il maggior diametro della lamina si può valutare a circa m. 0,28. Le digitazioni secondarie, delle quali se ne contano dodici nel lato interno e nove meno accentuate nel lato esterno, sono accuratamente disegnate nella placca post-toracica sinistra, rappresentata nella tav. IV fig. 1 in grandezza $1/_3$ del vero; quella figura serve anche a fare apprezzare le granulazioni e altre modalità dell'osso le quali rivelano benissimo la sua natura affatto diversa da quella dei veri elementi endoscheletrici.

([1]) Kitchen Parker W., *Monograph, on the structure and development of the Shoulder-girdle and sternum in the Vertebrata*, p. 133-141. Pl. XII. London pub. for the Ray Society, 1868.

([2]) Gervais, Mem. cit. Pl. 7, fig. 3.

Se si confrontano queste ossa con le omologhe della *Sphargis coriacea*, si rileva facilmente che, mentre si corrispondono benissimo per la forma dell'insieme, nella *Sphargis* attuale si dovrebbe quasi riconoscere uno stadio di minore sviluppo rispetto a quanto ci si presenta nella *Protosphargis veronensis*. Infatti, mentre nella *Sphargis* attuale le ale del piastrone sono ridotte a due punte ben distinte, e quindi la forma tripuntata dell'osso è assai accentuata, nella *Protosphargis*, invece, il processo o punta superiore dell'osso che piega verso l'interno per raccordarsi con la corrispondente placca pretoracica si mantiene semplice e molto sviluppato più o meno come nella ordinaria *Sphargis*, però verso la base rinforzato da una espansione dell'osso a margine assottigliato e frastagliato per numerose digitazioni delle quali, secondo le eccellenti figure del Gervais, nulla di simile si avrebbe nella *Sphargis coriacea*. Il processo inferiore, che è ensiforme nella *Sphargis*, si trova tricuspidato nella *Protosphargis* e, nel lato esterno, le numerose pieghe che accennano a digitazioni nelle placche post-toraciche o iopiastrone della *Sphargis*, si sviluppano e si svolgono a ventaglio nel nostro fossile; sicchè le ale del piastrone invece di essere costituite da due punte (una per ciascun lato) già molto pronunziate anche nell'embrione della *Sphargis*, ci si presentano come due punte relativamente brevi ed ottuse, mentre ciò che nella *Sphargis* era come il centro di diramazione delle tre punte dell'osso, qui è cambiato in una vera lamina triangolare a contorni ineguali e in parte frastagliati.

Inoltre: mentre nella *Sphargis* le ale dell'iopiastrone si dirigono lateralmente e piuttosto un poco in basso, nella *Protosphargis* invece si volgono distintamente in alto e la base della lamina dell'osso la quale guarda in alto presentasi distintamente concava, mentre gli altri due lati del triangolo si hanno a considerare come leggermente convessi.

Delle placche preaddominali (*ipopiastrone, iposterno*) la sinistra trovavasi tuttavia al suo posto, tav. II 38, la destra fu staccata dalla lastra minore ed ora si trova riportata sulla lastra principale, tav. II 37; la prima, ossia la sinistra nella tav. IV fig. 2, è figurata ridotta a $^1/_3$ del vero; entrambe sono pure figurate a $^1/_6$ del vero nella tav. III numeri V, VI. Queste placche hanno il corpo principale di forma irregolarmente rettangolare con una robusta appendice o processo superiore, mentre tutto il rimanente del contorno è ondulato e digitato. Sul lato interno si possono distinguere otto o nove digitazioni più o meno distinte, inferiormente si hanno cinque digitazioni che si raccordano e innestano con quelle della corrispondente placca post-addominale (*xifipiastrone, xifisterno*); altre otto robuste digitazioni si osservano nel lato esterno, e in alto quattro molto robuste per l'innesto di quest'osso con la precedente placca post-toracica. La maggiore lunghezza di quest'osso misurata dalla estremità delle digitazioni è m. 0,405; la larghezza si può valutare a m. 0,255, e la grossezza maggiore nel centro dell'osso m. 0,015.

Nella tav. IV fig. 3 ho creduto conveniente di riprodurre il disegno di una delle placche dorsali della *Protostega gigas* in grandezza $^1/_6$ del vero, al fine di togliere ogni dubbio sul possibile riferimento di esse placche ad ossa del piastrone omologhe a quelle precedentemente descritte. Una semplice ispezione della figura, ridotta a $^1/_2$ grandezza da quella pubblicata da Cope nell'opera più volte ricordata [1], basta

[1] Cope E. D., op. cit. pag. 99, fig. 2, n. 9, 10; pag. 103, Pl. XIII. Washington, 1875.

per convincersi che, per la forma e pel modo di sviluppo, le placche della *Protostega gigas* dovevano mantenersi libere in tutto il contorno digitato, avendo l'osso una forma subrotonda ed eminentemente stellata. Dalla figura stessa si può anche rilevare che le placche dorsali della gigantesca tartaruga del Kansas erano grandi quasi il doppio delle placche del piastrone della *Protosphargis veronensis*; infatti dalle misure di Cope si ha: per la lunghezza m. 0,530 e per la larghezza m.0,350 a m. 0,400, con una grossezza nel centro eguale a m. 0,014.

Delle placche postaddominali o *xifipiastrone*, un rudimento di quella di destra è figurato nella tav. III n. VII e una porzione più notevole spettante al lato sinistro si vede nella citata tavola segnato col n. VIII; lo stesso osso è appena accennato nella tav. IV fig. 2. Queste ossa coltriformi, come nella *Sphargis coriacea*, sono sottilissime e incontrai non poca difficoltà nell' isolarne gli avanzi che si trovavano nella lastra minore; essi però mi hanno permesso di ricostruire l' intero piastrone e, anzitutto, di completare la bella placca preaddominale sinistra, disgraziatamente essa pure non troppo bene conservata. Sebbene nel fossile le apofisi digitate delle due placche preaddominale e postaddominale sembrino saldate insieme, ho ragione di ritenere che ciò non fosse quando l'animale era vivo, e infatti guardando accuratamente si scorge che non vi ha saldatura fra le due ossa ma che piuttosto, atteso la loro natura, si sono quasi impastate insieme in seguito alla notevole per non dire enorme pressione subìta entro la roccia nella quale si trovarono sepolte.

Della cintura scapolare e degli arti anteriori.

Se si eccettuano pochi frammenti di ossa trovate nella lastra minore, e dei quali non ho dato le figure sebbene abbia giudicato che potessero riferirsi alla scapola ed all'apofisi coracoide, può dirsi che mancano gli elementi che constituivano le spalle.

Riguardo agli arti, una porzione dell'omero sinistro vedesi figurata nella tav. II 41 e nella tav. V fig. 11 nella quale è rappresentato a $^1/_3$ della grandezza naturale. Quest'osso, che doveva trovarsi intero quando furono separate l' una dall'altra le due lastre di Scaglia, deve essere rimasto al suo posto nella lastra principale fino a che questa si ruppe come si vede nell'angolo superiore a destra nella tav. II.

L' osso fratturatosi più in basso della rottura della lastra, evidentemente si staccò e forse fu portato via da qualche raccoglitore di oggetti curiosi, senza rendersi conto nè punto nè poco del danno che ne poteva derivare alla scienza. Infatti se vi ha un osso di cui oggi sento di dover lamentare la perdita parziale, è appunto questo che avrebbe servito mirabilmente per opportuni confronti, tanto con l' omologo della *Sphargis coriacea* quanto con i diversi omeri riferiti al genere *Protostega*. Con la scorta della impronta lasciata dall'osso nella pietra e dopo averne cavato un modello, ho potuto accertarmi delle dimensioni della porzione di osso mancante e in modo molto approssimativo ho cercato di indovinarne la forma; confesso però di non poter menomamente azzardare di fare minuti confronti e di trarne, rispetto al genere, quelle importanti conclusioni che sarebbero state facilissime se quest'osso fosse stato completo.

Dalla porzione di omero che ci rimane e che corrisponde ai due terzi inferiori o distali, si rilevano i caratteri che distinguono queste ossa nelle Sfargidi e che sono stati riscontrati altresì nel genere *Protostega*, voglio dire la forma notevolmente piatta e le creste per le inserzioni muscolari molto pronunziate. La forma generale dell'osso sembra fosse assai diversa da quella dell'omero della *Sphargis coriacea*, e non si accorda neppure con l'omero corrispondente della *Protostega gigas* figurato da Cope [1].

Confrontato con altri omeri che il Cope attribuisce però sempre al genere *Protostega*, il nostro esemplare meglio che con altri converrebbe con l'omero di *P. tuberosa* trovato presso Columbus, Mississipi, nel 1865 e che per la prima volta fu descritto e figurato da Leidy come spettante ad un Mosasauro, e precisamente all'*Holcodus acutidens*.

Appunto per i rapporti fra l'omero della *Protosphargis veronensis* e quello della *Protostega tuberosa* (*Atlantochelis tuberosus* Leidy) fui lungamente incerto se a questo stesso genere fondato da Cope non fosse da riferirsi il Chelonio di Valpolicella; ma, come ho già accennato, abbandonai questa prima idea in considerazione della mancanza delle grandi placche dorsali e delle placche marginali [2].

Avendo sezionato trasversalmente una porzione dell'osso in discorso, dopo averla ridotta sottile quanto era conveniente per l'esame microscopico, ho potuto verificare che l'osso in gran parte è ben conservato e vi si distinguono le particolarità strutturali caratteristiche. Le lacune ossee e le lamelle sono in alcune parti benissimo conservate e si distinguono nettamente; in generale però l'osso fu compenetrato dal carbonato di calce che ne ha fatto sparire la spugnosità ed ha contribuito alla migliore conservazione, a una specie cioè di fossilizzazione. Quest'osso completo doveva essere lungo circa m. 0,30 e verso la parte mediana è largo m. 0,055; la grossezza varia da m. 0,020 a m. 0,025. Ad eccezione della porzione dell'omero sinistro di cui ci siamo occupati non ho trovato alcun frammento da riferire all'omero destro e alle ossa degli avambracci. Mancano altresì tutte le ossa dei carpi e dei metacarpi, e solo ho trovato da determinare con certezza un frammento di falange, che ho riferito alla penultima del mignolo sinistro. Questa falange è rappresentata nella tav. II fig. 42 e vedesi disegnata a $^1/_2$ della grandezza naturale nella tav. V fig. 12; il suo riferimento si ha da considerare come approssimativo e dedotto dai confronti con le figure delle ossa corrispondenti della *Sphargis coriacea*; la lunghezza presunta, e che risulta dalle linee punteggiate con le quali ho completato l'osso, sarebbe di m. 0,077. L'estremità del frammento che rimane è larga m. 0,021; verso la metà della sua lunghezza l'osso ha appena un diametro di m. 0,009.

Nella tav. II si vedono alcune ossa segnate coi n. 61, 62, 63 nel lato destro, che corrisponde alla sinistra dell'animale, e coi n. 64, 65, 66 nel lato sinistro della tavola che corrisponde alla destra dell'animale.

[1] Cope E. D., *The Vertebrata of the Cretaceous formations of the West.* Pl. XII, fig. 2. Washington, 1875.

[2] Leidy J., *Cretaceous reptiles of the United States.* Pl. VIII, fig. 1, 2. Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XIV. Washington, 1865. — Id. *Contributions to the extinct Vertebrate fauna of the Western Territories*, p. 342, 343. Washington, 1873. — Cope, op. cit. p. 113 e p. 257.

Si tratta di ossa lunghe molto piatte e che spezzate verso la metà della loro lunghezza sembrano quasi saldate in corrispondenza delle loro estremità un poco dilatate e che dovevano avere facce articolari; tuttociò si vede abbastanza bene nei frammenti 61, 62, 63. Dopo essere rimasto lungamente incerto a quali parti dello scheletro dovevansi attribuire quelle ossa, essendomi reso conto delle estremità dilatate e della loro sottigliezza dipendente da forte schiacciamento; tenendo conto della loro lunghezza e delle proporzioni con le altre parti dello scheletro, ho finito per convincermi che le ossa 61 a 63 altro non sieno fuorchè falangi del dito medio della mano sinistra, dito che, se teniamo conto di quanto si osserva nel genere *Sphargis*, doveva essere lunghissimo. A frammenti di falangi schiacciate attribuisco le ossa citate nel lato opposto.

Della cintura pelvica e degli arti posteriori.

Prima che le ossa fossero liberate dalla roccia e quando il fossile si trovava esposto come fu rappresentato nella tav. I, a sinistra e in alto si vedeva un osso schiacciato con contorno irregolarmente rotondo; in esso è facile di immaginare che un tempo si credesse di riconoscere porzione di cranio, dapprima del preteso uomo petrificato e in seguito del supposto Sauriano. Dalla tav. II si rileva che quell'osso segnato col n. 44, fa parte di quelli che portano i n. 44′ 44″ ed ha rapporto con gli altri che sono indicati coi n. 43, 43′. Se dall'esemplare come nella tav. I poteva nascere il sospetto che si trattasse di avanzi del cranio, collocato in più conveniente posizione come si trova nella tav. II si capisce che le ossa citate appartengono alla cintura pelvica. Nella tav. VI fig. 1 le diverse ossa spettanti a questa importantissima parte dell'animale sono immaginate riordinate e completate, con la scorta delle cinture pelviche dei generi *Sphargis* e *Chelone*, e rappresentate a $^1/_6$ del vero. Nella figura 2 si vedono liberate dalla roccia e riordinate quelle spettanti al lato sinistro che nella tav. II sono indicate col n. 44. Da questa figura $^1/_3$ del vero si ricava che l'osso piatto che era stato creduto una porzione di cranio dell'uomo petrificato, in realtà non è altro che una porzione del pube sinistro *a*.

Dell'ileo, tav. VI fig. 1, 2 *c*, si ha un frammento importante di cui però si rileva il molto che manca, quando si confronti con il corrispondente osso del lato destro il quale nella tav. VI fig. 3 è rappresentato per la sua faccia interna o superiore che dir si voglia. Dell'ischio destro, e di quello di sinistra, tav. VI fig. 1, 2 *b*, si è conservata la parte che era meglio ossificata, ma entrambe queste ossa sono così incomplete che, non senza molta fatica, riescii ad assegnare loro la posizione conveniente, e senza le facce articolari abbastanza bene conservate la difficoltà sarebbe stata anche maggiore.

Ripeto che la restaurazione tentata con la fig. 1 della tav. VI s'ha a ritenere soltanto come approssimativa, mentre le porzioni cartilaginose di queste ossa potevano estendersi al di là dei confini indicati con le linee punteggiate, modificando ancora la forma d'insieme della cintura pelvica della *Protosphargis*.

La parte maggiore dei due femori si trovava nella lastra principale, però una porzione notevole del sinistro la quale comprendeva il capo articolare, trovavasi tuttavia impegnata nel calcare della lastra minore.

Nella tav. II queste ossa, completate coi resti trovati anche nella lastra abbandonata, sono indicate coi n. 45 e 46, e le stesse ossa poi nella tav. VII fig. 1, 2, 3 sono rappresentate sotto diversi aspetti in grandezza $^1/_3$ del vero.

Il femore sinistro, che è il meglio conservato, sebbene apparisca un poco distorto per la pressione subìta, pure ci permette di rilevare immediatamente che esso differisce non poco dal femore dell'ordinaria *Sphargis* e da quello della *Chelone*. Disgraziatamente non si conoscono femori del genere *Protostega*, e questa mancanza è tanto più lamentevole in quantochè ritengo che il femore come l'omero dovesse presentare importanti rapporti con quello della *Protostega tuberosa*.

Nel nostro esemplare, tav. VII fig. 1, 2, il capo è ben conservato se si eccettua porzione della faccia inferiore (sciupata perchè trovavasi esposta nella lastra minore), ed il collo apparisce più distinto di quel che forse non era nell'osso fresco; il grande e il piccolo trocantere, ma specialmente il primo, appaiono molto pronunziati mancando per difetto di conservazione parte della cresta sottile che riuniva queste due protuberanze, impartendo loro un aspetto alquanto diverso dai veri trocanteri e rendendo anche meno appariscente il collo. L'osso ha forma appiattita, si ristringe verso la metà della lunghezza e si allarga alquanto per formare i condili che terminano la estremità inferiore del femore. Nella fig. 2, che rappresenta il femore sinistro per la faccia inferiore o esterna, e nella fig. 3 che ci mostra la stessa faccia del femore destro, si vede benissimo accennata la fossa media trochleare. La lunghezza di quest'osso è m. 0,297; la larghezza minore m. 0,060.

A proposito di queste ossa e della posizione che occupano nella tav. II, converrà notare che il bacino della *Protosphargis veronensis*, per le vicende subìte prima che fosse sepolto dai sedimenti, si divise longitudinalmente e la metà sinistra ruotò sopra se stessa in guisa che il pube si trovò capovolto in basso o posteriormente rispetto alle altre ossa dell'animale, e con esso fu capovolto anche il femore, il quale perciò sulla lastra principale trovasi esposto per la faccia superiore o interna, che è l'opposta di quella per la quale si presentano tutte le altre ossa.

Le fig. 4, 5 tav. VII rappresentano la tibia sinistra vista per due facce opposte a $^1/_3$ della grandezza naturale.

Quest'osso, uno dei meglio conservati, trovavasi quasi interamente sepolto entro la lastra principale, vicinissimo alla estremità inferiore del femore corrispondente, come si rileva dalla tav. I e meglio ancora dalla tav. II, nella quale l'osso è messo allo scoperto per la sua faccia superiore, ossia per quella stessa parte che corrisponde alla faccia, fig. 1, del femore sinistro. La faccia inferiore, tav. VII fig. 5, essendo rimasta protetta dalla roccia è benissimo conservata, analogamente alla corrispondente faccia del femore omologo.

La estremità superiore ha il diametro maggiore di m. 0,066 e una grossezza o diametro minore eguale a m. 0,034; le diverse facce articolari e le tuberosità sono ben conservate su tutte quelle parti che rimasero protette dalla roccia dopo la escavazione delle lastre e la scoperta delle ossa. Quest'osso lungo circa m. 0,175 si assottiglia grandemente verso la sua estremità distale o inferiore, e presenta uno dei suoi lati (l'esterno) notevolmente concavo, mentre l'opposto è leggermente convesso; nel punto di maggiore sottigliezza il corpo presenta un diametro maggiore eguale a

m. 0,033. L'estremità inferiore o malleolo interno ha un diametro maggiore eguale a m. 0,043, e il complesso delle sue facce articolari si può comprendere in una superficie semicircolare ovata.

Della tibia destra resta soltanto la estremità inferiore che nella tav. II è segnata col n. 47; i due terzi superiori dell'osso disgraziatamente andarono perduti prima che io acquistassi l'esemplare, e soltanto resta nella lastra principale la impronta che ne indica ben distinto il contorno e permette di verificarne le principali dimensioni.

La fibula sinistra, che nella tav. II è segnata col n. 49, nella tav. VII è rappresentata in grandezza $^1/_3$ del vero vista per la faccia inferiore e quindi in rapporto con la fig. 5 della tibia corrispondente.

Di quest'osso già una metà erasi staccata quando esaminai il fossile per la prima volta; essa però era stata diligentemente conservata e mi fu consegnata appena ne ebbi concluso l'acquisto.

Quest'osso molto appiattito presenta il suo maggiore ingrossamento nella testa o estremità superiore, la quale sezionata trasversalmente darebbe una figura cordiforme; verso la metà della sua lunghezza la sezione è ovale molto schiacciata, poichè mentre il diametro maggiore è m. 0,026, il diametro minore, invece, è appena m. 0,009. La maggiore dilatazione o larghezza si verifica nella estremità inferiore e raggiunge una cifra che è più del doppio della precedente citata, ossia m. 0,057.

Le facce articolari superiori e inferiori di quest'osso sono bene conservate e la sua maggior lunghezza è m. 0,166.

L'osso che nella tav. II è segnato col n. 51 e che nella tav. VII è rappresentato, nelle fig. 7 e 8, a metà della grandezza naturale, ritengo che corrisponda all'astragalo. Sebbene non abbia avuto modo di confrontarlo con buone figure dello astragalo della *Sphargis* e non si conosca l'astragalo della *Protostega*, non posso restare dubbioso sul riferimento di quest'osso il quale, oltre che per la forma e le dimensioni, conviene assai bene per le facce articolari corrispondenti alle ossa della gamba delle quali ho dato le figure e la descrizione. La figura 7 rappresenta questo osso visto per le facce che corrispondono alle ossa del tarso costituenti il secondo rango (¹); nella fig. 8, invece, l'osso è rappresentato per la sua faccia superiore o esterna di forma approssimativamente romboidale.

Le fig. 9 e 10 tav. VII rappresentano il secondo osso del 1° rango, quello che per dimensione tien subito dietro all'astragalo e che con esso si accorda lateralmente, rappresentando il calcagno benchè in nessun modo ricordi la forma abituale di quest'osso. La figura 9 rappresenta l'osso visto per la faccia interna che si articola in parte con la tibia, e la figura 10 ce lo mostra in rapporto con l'astragalo e visto per la sua faccia superiore. Quest'osso è di forma approssimativamente quadrata, però abbastanza irregolare; nè altro azzardo di dirne, atteso lo stato di conservazione che non permette di farne una analisi troppo minuziosa.

(¹) Le ossa del 2° rango dovevano essere quattro come nella *Sphargis* e nella maggior parte dei Cheloni; tre cuneiformi corrispondenti ai metatarsi del pollice, indice e medio e un osso più grande per i metatarsi dell'anulare e del mignolo.

Le ossa che nella tav. II sono segnate coi n. 52 a 59 e che in parte sono rappresentate nella tav. VII fig. 11 in grandezza metà del vero, evidentemente spettano alle dita dei piedi e ritengo che tutte dovessero occupare il posto che loro ho assegnato nella citata tavola. Le tre ossa, tav. VII fig. 11 *a*, *b*, *c*, trovavansi nella lastra minore unite insieme come furono rappresentate nella tav. II, dopo essere state staccate e riportate sopra la impronta che in parte avevano lasciata nel calcare della lastra principale che doveva trovarsi ad essa inferiore. Queste tre ossa sono indubbiamente da riferire ai metatarsi dell'indice, del medio e dell'anulare del piede sinistro; dirò dippiù che queste ossa sono viste per la faccia inferiore, e per conseguenza quella segnata *c* corrisponde al dito pollice, la *b* al dito medio e quella incompleta notata *a* è porzione del metatarso dell'anulare.

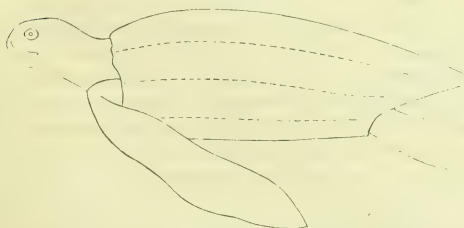
Le falangi *e, f,* figura citata, nella tav. II sono indicate coi n. 56 e 57 e queste parmi che corrispondano assai bene alle due prime falangi nell' indice come ho cercato di accennare con la fig. 11 tav. VII.

L'osso che nella tav. II porta il n. 55, l'ho giudicato spettante alla prima falange del dito medio. Queste ossa confrontate con le corrispondenti della *Sphargis coriacea* appaiono assai più corte, mentre meglio corrispondono alle ossa omologhe del genere *Chelone*, della *Ch. caouana* per es., fatte le debite proporzioni.

Accennerò finalmente che nella lastra principale vi hanno pure due ossa che nella tav. II sono indicate coi n. 58, 59, e queste non v'ha dubbio che spettano a falangi ungueali probabilmente di dita dei piedi; però sarebbe difficile di riconoscere a quali dita si debbano riferire. Con maggiore probabilità si può dire che quella segnata 58 possa appartenere al piede destro, e l'altra indicata col n. 59 si debba riferire al piede sinistro.

Compiuto così l'esame dei resti, certamente non scarsi, del Chelonio veronese, tenendo conto dei suoi rapporti evidenti con la *Sfargide Lira* attuale e con la *Protostega* del Cretaceo d'America, dietro calcoli comparativi ho cercato di rendermi conto delle dimensioni dell'intero animale ed ho trovato che la sua lunghezza doveva essere di circa tre metri.

La fig. 2 rappresenta quindi il supposto uomo petrificato di Valpolicella, poscia per lunghi anni ritenuto per Saurio, ridotto a $^1/_{30}$ della grandezza naturale.

(Fig. 2).

Riduzione a $^1/_{30}$ della gr. nat.

Ritenendo che la testa dell'animale equivalesse a $^1/_8$ della lunghezza totale, come fu ammesso anche da Cope per il genere *Protostega* e come si nota in generale nei Cheloni, e ammettendo che gli arti anteriori fossero conformati come quelli della Sfargide, ho trovato le seguenti misure che mi hanno servito anche per la ricostruzione della precedente figura.

Lunghezza del cranio	m.	0,37
id. della colonna vertebrale	»	2,59
id. dell'arto anteriore . .	»	1,45
Larghezza massima presunta dello scudo	»	1,12
Lunghezza complessiva dell'animale	»	2,96.

Da queste misure emerge che il Chelonio veronese superava per $^1/_3$ in lunghezza la *Sphargis coriacea* illustrata da Gervais, e per quasi altrettanto il bellissimo esemplare di *Sphargis* donato dal Papa Benedetto XIV al museo di storia naturale di Bologna nel 1755, il quale è lungo m. 2,15 (1).

La *Protostega gigas*, invece, secondo i calcoli del Cope doveva avere quattro metri di lunghezza, e quindi eccedeva per più di $^1/_4$ le dimensioni della *Protosphargis veronensis.*

CONCLUSIONE

Dallo studio accurato delle ossa fossili trovate nel 1852 nelle lastre di Scaglia di monte Guaiti in Valpolicella (dagli scopritori ritenute per ossa umane petrificate e per trent'anni dai naturalisti attribuite ad un Sauriano), si rileva che in realtà si tratta di resti di un grande Chelonio; come dichiarai allorchè per la prima volta ebbi la opportunità di esaminarle in Verona nel settembre 1882.

Da un complesso di circostanze, che per brevità non starò ad enumerare, risulta che il cadavere di quel rettile colando a fondo nel mare cretaceo restò supino; avvenuta la decomposizione ed esportazione delle parti molli, le ossa rimaste libere quasi senza scomporsi si adagiarono a poco a poco e rimasero parzialmente sepolte nel fango calcareo, costituito per la maggior parte di Globigerine, Rotalie ed altri piccoli foraminiferi.

Sebbene oggi non si possa ancora valutare con precisione in quali condizioni batimetriche si costituiva la Scaglia, pure si può ritenere che quel fango a foraminiferi si depositasse in profondità non minore di due a tremila metri (2).

Un sottil velo di argilla ferruginosa essendosi deposto sopra il limo calcareo in cui le ossa già in parte erano sepolte, determinò la separazione fra i due staterelli consecutivi di Scaglia e favorì la sfaldatura della lastra inferiore dalla superiore, nella quale restarono pure impegnate parte delle ossa perchè ricoperte dai materiali che si depositarono quando esse giacevano sul fondo del mare.

Saranno esistiti altri avanzi al disotto di quella nella quale furono trovate le vertebre dorsali, le coste e tante altre parti dello scheletro?

Sebbene io non voglia escludere la possibilità che qualche osso si fosse approfondato più degli altri nel fango a foraminiferi, dal quale ebbe origine il calcare cretaceo

(1) Per non fare molte citazioni relativamente a questo importantissimo esemplare, mi limiterò a citare il lavoro dal prof. A. Alessandrini: *Cenni sulla storia e sulla notomia della Testuggine coriacea marina.* Nuovi Annali delle scienze naturali, T. II, pag. 356. Bologna, 1840. In quella Memoria sono riportate tutte le citazioni dei lavori anteriori; in seguito l'esemplare non fu oggetto di nuovi studî, ma soltanto fu notato e segnalato da più altri naturalisti.

(2) Capellini G., *Il macigno di Porretta e le rocce a Globigerine dell'Apennino bolognese.* Memorie dell'Accad. delle scienze di Bologna, Serie IV, Tomo II, Bologna, 1881.

veronese, pure considerando che la lastra principale e inferiore era attraversata soltanto da due o tre piccole ossa, e che altrettanto verificai nella lastra superiore, ritengo che le ossa mancanti si trovassero nello stesso piano di quelle che furono scoperte. Per conseguenza quanto manca all'intero scheletro deve essere andato irreparabilmente perduto nella continuazione delle due lastre, delle quali si apprezzò l'interesse scientifico dopo che erano state adoperate per la cinta del prato della Costa sulla via di Sant'Anna di Alfaedo.

Allorchè mi recai in Valpolicella per far ricerche in proposito e per studiare il giacimento del fossile, essendo trascorsi già più che trenta anni dacchè quelle lastre erano state scavate, non era sperabile che, malgrado le cure più diligenti, potessi riescire a rintracciare altri avanzi dell'importante Chelonio.

Dopo ciò, mentre possiamo renderci conto della mancanza della testa, delle vertebre cervicali, della maggior parte delle ossa degli arti anteriori, di parecchie ossa degli arti superiori e del maggior numero delle vertebre caudali, non possiamo ammettere che egualmente sarebbero andate perdute certe ossa del dermatoscheletro, qualora queste fossero esistite anche nel Chelonio di Valpolicella.

Ho accennato alla non esistenza delle grandi placche dermiche dorsali analoghe a quelle della *Protostega gigas*, ed ho pure notato la mancanza delle placche marginali delle quali ne furono trovate parecchie fra i resti della colossale tartaruga fossile americana; se la *Protosphargis veronensis* ne fosse stata fornita, certamente al disotto delle coste e attorno alle loro estremità distali se ne sarebbe trovato qualche avanzo.

Sotto questo punto di vista, pertanto, il Chelonio di Valpolicella sebbene debbasi considerare come il rappresentante europeo delle Protosteghe del Kansas, somigliava alla Sfargide Lira dell' attualità, più che al Chelonio gigante americano suo contemporaneo.

Coi resti del Chelonio veronese trovati nelle due lastre, ed ora trasportati tutti sopra una soltanto, ho potuto rendermi conto della forma dell' animale (v. fig. 2 p. 315) e delle sue dimensioni le quali, mentre erano sensibilmente maggiori di quelle della Sfargide Lira, sono tuttavia minori di un quarto rispetto a quelle che il Cope ha attribuito alla *Protostega gigas.* Ad eccezione delle Protosteghe del Cretaceo superiore di America, per ora non si conoscono altri avanzi di tartarughe cretacee aventi con la nostra una così stretta parentela. Ho ricordato il riconoscimento di avanzi di più specie di Sphargis nel terziario di Europa e di America.

Che poi le rocce nelle quali si trovarono gli avanzi di *Sfargididae* cretacee al di là e al di qua dell'Atlantico siano contemporanee nel senso geologico, non solo è confermato dalla stratigrafia, ma eziandio dagli altri fossili che vi furono trovati.

Fra le cinque suddivisioni nelle quali i geologi americani hanno ripartito gli strati del Cretaceo dell'ovest, quella nella quale furono trovati gli avanzi di *Protostega* è distinta col n. 3 dal basso in alto e si indica col nome di *Niobrara group.*

Poiche le due precedenti divisioni, n. 1 *Dakota group* e n. 2 *Fort Benton group*, pei loro fossili sono ritenuti come rappresentanti del Turoniano, e forse (il primo) in parte ancora del Cenomaniano; e d'altra parte i geologi considerano il n. 4 *Fort Pierre group* e il n. 5 *Strati di Fox Hills* come corrispondenti al Senoniano, il

Niobrara group che sta sopra il Turoniano e immediatamente sotto il vero Senoniano, dovrebbe corrispondere alla zona che i tedeschi hanno indicata col nome di *Emscher* ([1]). (*Cogniaciano*, o Senoniano inferiore? secondo alcuni autori).

Questa zona che ha per tipo le marne di Emscher, è anche indicata col nome di zona a *Ammonites Margae* e *Inoceramus digitatus*, e trovasi intercalata fra il vero Turoniano ed il vero Senoniano, superiormente alla *zona a Inoceramus Cuvieri* (Turon. sup.) ed inferiormente alla *zona a Inoceramus lingua* (Senoniano inf.) ([2]).

Un complesso di considerazioni e specialmente i resti della *Protosphargis* e le ammoniti del tipo della *Schloembachia tricarinata* che nell'Emscher termina insieme alla *Schloembachia texana* (*Amm. vespertinus* Morton) e alla *Schloembachia Margae*, provano chiaramente gli accennati rapporti di una parte della Scaglia rosea col *Niobrara group* e con le marne di Emscher ([3]).

Le esplorazioni geologiche nei territorî dell'ovest degli Stati Uniti di America hanno rivelato la esistenza di animali, stranissimi per forma e dimensioni, vissuti in quelle regioni mentre si deponevano gli strati del *Niobrara group* ([4]). Il Cope nel suo splendido lavoro già più volte ricordato, fino dal 1875 aveva registrato ben ottantanove specie di vertebrati, fra i quali giova notare quattro specie di uccelli con denti che ricordano quelli dei rettili, e con altre particolarità scheletriche le quali interessano vivamente paleontologi ed embriologi.

I rettili sono rappresentati da 37 specie e taluni sono di dimensioni veramente colossali, come lo provano i resti di un *Saurio pitonomorfico* (specie di serpente

([1]) Schlüter C., *Der Emscher-Mergel Vorläufige Notiz über ein zwischen Cuvieri, Pläner und Quadraten-Kreide lagerndes mächtiges Gebirgsglied.* Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Band XXVI. Berlin, 1874.

([2]) Schlüter C., *Kreide-Bivalven zur Gattung Inoceramus.* Palaeontographica. Band. 24 Cassel, 1876-1877.

([3]) Una parte del Cretaceo superiore dell'Apennino, la pietraforte nella quale si raccolsero belli esemplari di *Schloembachia tricarinata* e specie affini che mai si trovarono nel vero Senoniano di altre regioni, verosimilmente è da riferire in parte a questa zona, della quale però non riescirà facile di precisare i limiti con altre zone la cui esistenza è pure attestata da fossili, disgraziatamente trovati in gran parte fuor di posto. Non bisogna perdere di vista l'*Acanthoceras Mantelli* del calcare silicifero (specie di pietraforte) dell'Appennino, ciò che accenna al Cenomaniano. Taluni considerano la pietraforte con Schloembachie, sp. diverse, come corrispondente al Santoniano di Coquand (Senoniano inferiore); in tal caso s'intende che non tengono in conto distinto la zona a *Sch. Margae* e la riuniscono al Senoniano piuttosto che al Turoniano, ma la posizione stratigrafica non muta.

([4]) Nel 1863 ebbi la opportunità di studiare il Cretaceo superiore dell'ovest lungo le rive del Missouri, e più particolarmente a Tekamah e nelle vicinanze di Nebraska city, alla foce del Big Sioux River. In quelle località, ove mi era recato espressamente per studiare il Cretaceo, raccolsi buona quantità di piante fossili, le quali servirono per decidere la questione insorta fra i geologi americani e il prof. Heer a proposito di piante cretacee di tipo terziario. La posizione stratigrafica delle arenarie con filliti al disotto delle rocce cretacee con Inocerami e scaglie di pesci (*Niobrara group*) delle vicinanze di Nebraska city, che esplorai non senza grave rischio di un incontro fatale con i selvaggi pelli rosse (allora in guerra coi bianchi e che scorazzavano in quei dintorni), dimostrata con opportune sezioni risolse la questione nel senso di rocce cretacee (riferibili alla recente suddiv. *Dakota group*), con piante in gran parte di tipi terziarî ([*]).

([*]) Capellini et Heer, *Les Phyllites crétacées du Nebraska*. Mém. de la Soc. helv. des sciences naturelles. Zurich, 1866. — Capellini, *Viaggio nell'America settentrionale*. Bologna, 1867. — Hayden, American journal of Sciences and Arts, March. 1867.

marino) che il Cope riferisce a un Mosasauro gigantesco (*Leiodon*) di oltre 22 metri di lunghezza.

Dei pesci se ne riconobbero già 48 specie, mentre nella Scaglia veronese ho ricordato appena due specie di *Ptychodus* ed una di *Otodus*.

Da tutte queste considerazioni emerge vieppiù la importanza del Chelonio veronese; mentre anche in America, ove nel Cretaceo superiore si incontrano tanti e svariati resti dei vertebrati (rettili e pesci principalmente), per ora si raccolsero scarsi avanzi delle grandi *Sphargididae* riferite al genere *Protostega*.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola I.

La lastra principale con le ossa del Chelonio di Valpolicella, rappresentata come si trovava in Verona quando le ossa in essa contenute erano attribuite a un Saurio; $\frac{1}{10}$ della grandezza naturale.

Tavola II.

La lastra principale con le ossa della *Protosphargis* scoperte e completate coi resti che si trovavano nella lastra minore; $\frac{1}{6}$ della grandezza naturale.

1. Ottava vertebra cervicale. — 2 a 10. Vertebre dorsali. — 11. Porzione del primo paio di coste. — 12 a 26. Coste più o meno incomplete e frammenti relativi. — 27. Prima vertebra sacrale. — 28, 29. Apofisi trasverse della prima vertebra sacrale. — 30, 31. Apofisi trasverse della seconda vertebra sacrale. — 32, 33. Vertebre caudali. — 34 a 40. Ossa del piastrone. — 41. Porzione dell'omero sinistro. — 42. Porzione di falange del dito mignolo? — 43 a 44″. Ossa della cintura pelvica. — 45, 46. Femori. — 47. Porzione della tibia destra. — 48. Tibia sinistra. — 49. Fibula sinistra. — 50, 51. Ossa del tarso del piede sinistro. — 52 a 57. Falangi del piede sinistro. — 58, 59. Falangi ungueali? — 60 a 66. Metacarpali e falangi?

Tavola III.

L'ottava vertebra cervicale, le dieci dorsali, porzioni di coste e le ossa del piastrone riordinate e completate con linee punteggiate; $\frac{1}{6}$ della grandezza naturale.

a. Ottava vertebra cervicale. — *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, le dieci vertebre dorsali. — 1 a 10 e 1′ a 10′. Coste. — I, II. Placche pretoraciche o clavicolari. — III, IV. Placche post-toraciche. — V, VI. Placche preaddominali. — VII, VIII. Placche postaddominali.

Tavola IV.

Fig. 1. Placca post-toracica sinistra vista per la faccia esterna o inferiore, ridotta a $\frac{1}{3}$ del vero.

Fig. 2. Placca preaddominale sinistra vista per la faccia esterna o inferiore, ridotta a $\frac{1}{3}$ del vero.

Fig. 3. Placca dermica dorsale della *Protostega gigas*, Cope, del Kansas occidentale; $\frac{1}{6}$ della grandezza naturale.

Tavola V.

Fig. 1. Ottava vertebra cervicale vista per la faccia anteriore; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 2. La stessa vista dal lato destro.

Fig. 3. Corpo della 3ª vertebra dorsale visto per la faccia interna o inferiore; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 4. Lo stesso corpo di vertebra visto dal lato superiore.

Fig. 5. Id. visto dal lato destro.

Fig. 6. Id. visto per la faccia articolare posteriore.

Fig. 7. 5ª costa del lato sinistro vista per la faccia interna o inferiore e completata mediante la linea punteggiata; $\frac{1}{3}$ del vero.

Fig. 8. Sezione trasversa della stessa.

Fig. 9. 3ª costa del lato destro vista per la faccia superiore o esterna; $\frac{1}{3}$ del vero.

Fig. 10. La stessa vista per la faccia inferiore o interna.

Fig. 11. Porzione dell'omero sinistro; $\frac{1}{3}$ del vero.

Fig. 12. Penultima falange del dito mignolo della mano destra?; $\frac{1}{2}$ del vero.

Tavola VI.

Fig. 1. Cintura pelvica ricostituita, vista per la faccia esterna o inferiore; $\frac{1}{6}$ del vero. — a, a'. Ossa pubiche. — b, b'. Ossa ischiatiche. — c, c'. Ilei.

Fig. 2. Porzione sinistra della pelvi vista dal lato esterno; le lettere come nella figura precedente; $\frac{1}{3}$ del vero.

Fig. 4. 1ª vertebra sacrale vista per la faccia anteriore concava; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 5. Id. vista per la faccia posteriore convessa; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 6. 1ª Vertebra sacrale (a) con le relative apofisi trasverse (b, b') vista per la faccia inferiore, e la 2ª vertebra sacrale (c) ricostrutta per collocare al loro posto le relative apofisi trasverse (d, d'); $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 7. ? Vertebra caudale vista per la faccia anteriore; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 8. La stessa vertebra vista per la faccia posteriore; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 9. La stessa vista per la faccia inferiore; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 10. ? Vertebra caudale vista per la faccia anteriore; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 11. La stessa vista per la faccia posteriore; $\frac{1}{2}$ del vero.

Fig. 12. Id. vista per la faccia inferiore o interna; $\frac{1}{2}$ del vero.

Tavola VII.

Fig. 1. Femore sinistro visto per la sua faccia superiore.

Fig. 2. Lo stesso visto per la faccia inferiore.

Fig. 3. Femore destro.

Fig. 4, 5. Tibia sinistra vista da due lati opposti.

Fig. 6. Fibula sinistra vista per la faccia inferiore.

Fig. 7, 8. Astragalo visto per due lati.

Fig. 9, 10. Rudimento del calcagno.

Fig. 11. *a*, *b*, *c*. Metatarsi dell'indice, medio e anulare sinistro; *d*. 1ª falange del medio; *e*, *f*. 1ª e 2ª falange dell'indice.

Le figure 1 a 6 sono a $\frac{1}{3}$ della grandezza naturale degli oggetti che rappresentano; le figure 7 a 14 sono $\frac{1}{2}$ del vero.

1/10

42
15'
35
14
17
37'
17'
37
15
64
65
66
39
2
6
19
21
43
7
22
21'
47
45
8
43'
25
9
44
40
10
44"
23
44'
44
46
28
31
26
32
58
30
49
27
60

1
36
34
12
41
3
13
11
4
36
16
61
18
38
29
62
63
59
50
57
56
55
51
52
33
53
34

ERONENSIS

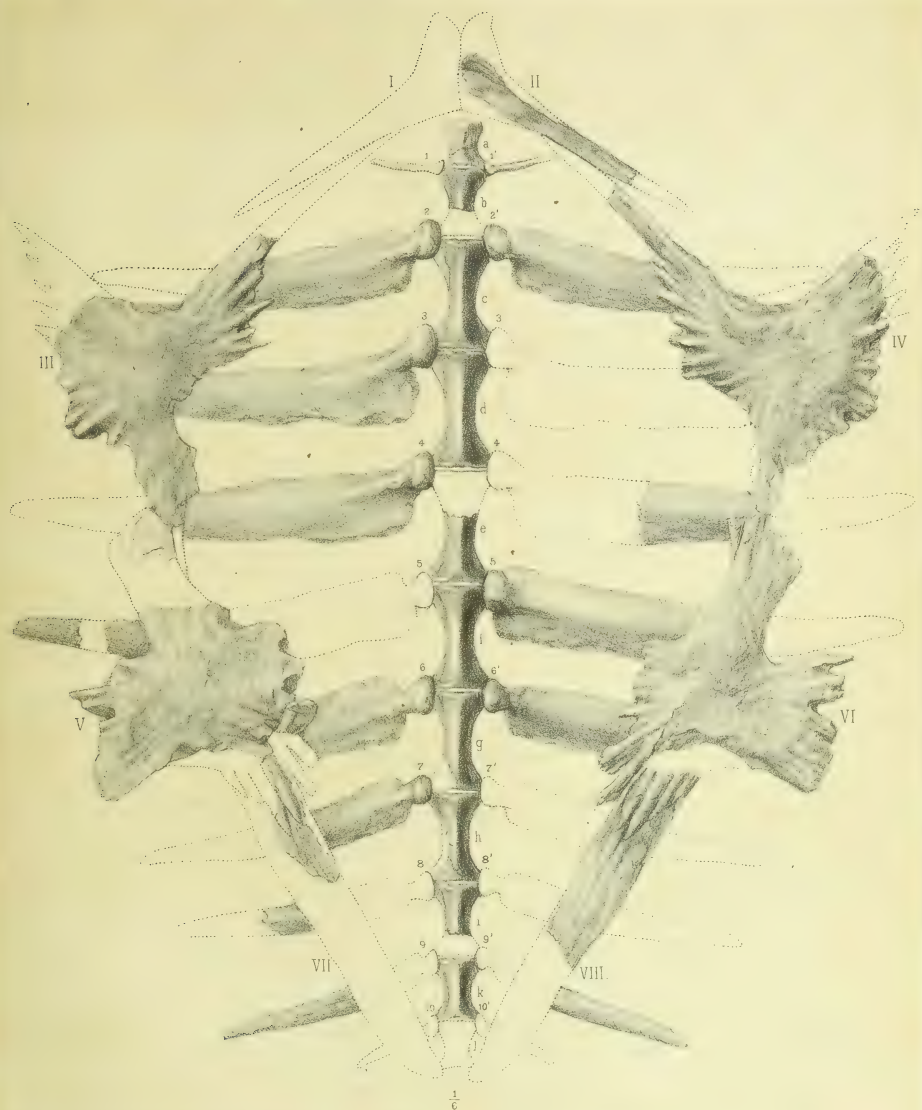
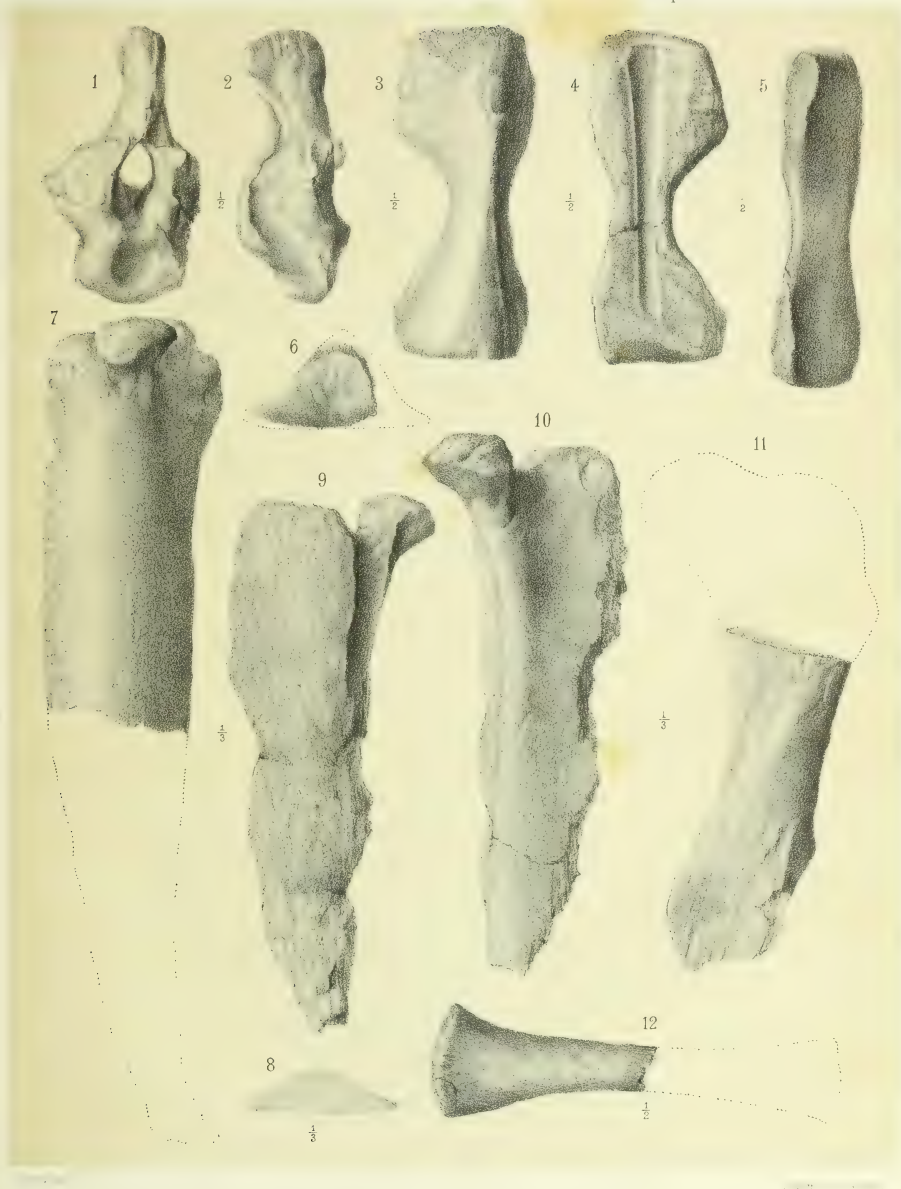
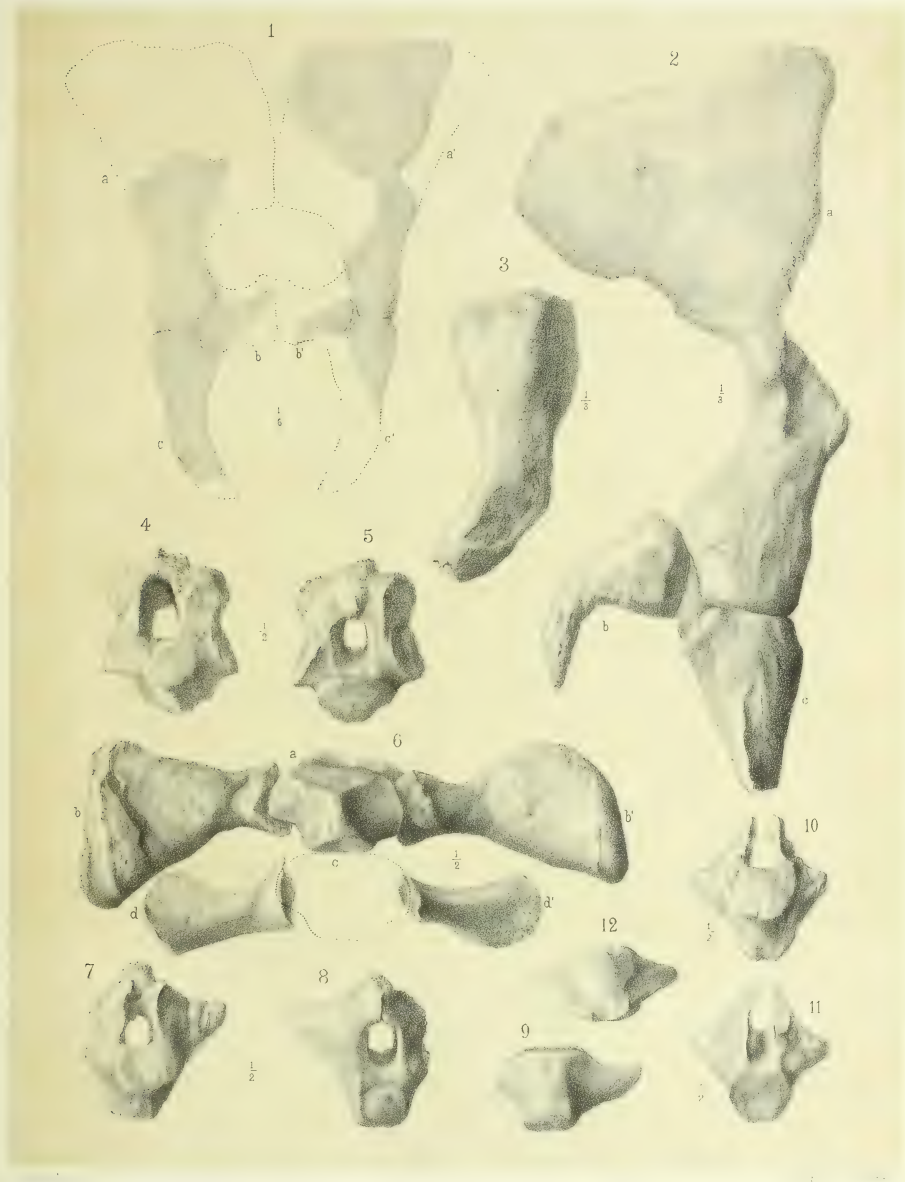
I
II
a
1
1'
b
2
2'
c
3
3
III
IV
d
4
4
e
5
5
f
6
6'
V
VI
g
7
7'
h
8
8'
i
9
9'
VII
VIII
k
10
10'
l

$\frac{1}{6}$

1
2
3
1/3
1/3
1/6

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
½
½
½
2
⅓
⅓
⅓
½

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
a
a'
b
b'
c
c'
d
d'
1/6
1/3
1/2

1
2
3
1/3
1/3
4
5
6
11
a
b
c
1/3
1/3
1/2
9
1/2
e
d
f
7
8
10
1/2
1/2

Ricerche intorno alla normale tessitura ed alle alterazioni sperimentali dei corpuscoli pacinici degli uccelli (corpuscoli dell'Herbst).

Memoria di GIUSEPPINA CATTANI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 3 febbraio 1884.

(Con due tavole).

Le poche ed incerte conoscenze che si hanno intorno alla patologia delle terminazioni nervose, mi hanno mossa ad intraprendere alcune ricerche sulle alterazioni che per mezzo di esperimenti possono indursi negli organi nervosi terminali. E tra questi ho scelto ad oggetto de' miei studî i corpuscoli del Pacini, e proprio quelli che si rinvengono disposti in cordone nelle gambe di molte specie di uccelli, e che per essere stati in questi animali primamente rinvenuti dall' Herbst da lui si denominano.

Ma poichè gli istologi ancora non sono tutti concordi sulla fina struttura di questa come di molte altre maniere di terminazioni nervose, ho dovuto allo studio sperimentale dei corpuscoli pacinici far precedere alcune indagini sull'intima loro tessitura, limitando peraltro le mie osservazioni a quanto poteva essermi necessario ad interpretare giustamente i fatti patologici.

Metodo di ricerca. — Prima di entrare nello studio particolareggiato dell'istologia normale e patologica dei corpuscoli pacinici, reputo conveniente premettere alcune parole sul metodo che ho seguìto nelle mie ricerche; e siccome per lo studio della normale tessitura dei corpuscoli pacinici mi sono valsa degli stessi metodi che per quello delle loro alterazioni sperimentali, così ciò ch' io son per dire in questo capitolo varrà e per la prima e per la seconda parte del mio lavoro.

Dei varî metodi che ho cimentati, solo pochi hanno dato buona prova. Così, ad esempio, quello del cloruro d'oro (compreso il cloruro doppio d'oro e di cadmio recentemente dagli istologi adoperato nello studio delle terminazioni nervose), e l'altro dell'acido osmico e cloruro di palladio, non corrisposero al fine delle mie ricerche; giacchè colorando essi nei corpuscoli oltre il cilindrasse anche quella sostanza che vedremo riempire buona parte della clava, impediscono di rilevare i fatti più importanti che entro di questa si compiono.

Di tre processi mi sono valsa con vantaggio: due sono basati sul potere che ha l'acido osmico di fissare gli elementi anatomici e di render bruna la mielina: il terzo si fonda sulla proprietà che l'ematossilina possiede di colorire vivamente il cilindrasse.

Col primo di questi metodi il cordone corpuscolifero tolto dall'animale appena ucciso, lo si pone per circa venti minuti in una soluzione di acido osmico all'uno $^0/_0$: da questa (dopo averlo lavato in acqua distillata) lo si passa in picrocarminio di Weigert, e colorato che sia, in glicerina.

I corpuscoli trattati nel modo ora detto ed esaminati senza altro artifizio, lasciano vedere solo quanto può rilevarsi a debole ingrandimento, ma non valgono a farci conoscere con esattezza scientifica l'intima tessitura della clava, nè le modificazioni che questa subisce in seguito agli esperimenti; poichè le parti più interne e più importanti di essi corpuscoli, nascoste come sono da molti involucri, sfuggono ad una minuta osservazione.

Preparati assai più dimostrativi si ottengono separando la clava dal rimanente del corpuscolo mercè delicate dilacerazioni eseguite sotto il microscopio semplice. Per queste occorrono due aghi sottili e bene appuntati; con l'uno si fissa il corpuscolo, coll'altro se ne lacerano gli involucri, ponendo cura che le punte degli aghi non vadano a ledere la clava. Dalla fatta lacerazione subito esce fuori la clava insieme con una piccola quantità di quel tessuto di apparenza fibrillare che sta fra questa e le capsule esterne del corpuscolo. Le clave in tal modo spogliate della maggior parte dei loro invo lucri e poi chiuse in glicerina, lasciano veder bene alcuni particolari di struttura dei quali si discorrerà più avanti.

Col secondo metodo il cordone trattato, come si è detto, coll'acido osmico e col carminio, lo si pone invece che in glicerina, in alcool al 70 $^0/_0$, poi in alcool a graduazione crescente sino a che sia abbastanza indurito. Indi si isolano diligentemente i singoli corpuscoli, che si disidratano in alcool assoluto, si lasciano un po' di tempo in cloroformio e per ultimo si tengono, per un' ora almeno, in paraffina molle fusa. Bene imbevuti che siano di questa, si chiudono in paraffina dura per farne sezioni.

Col terzo metodo il cordone corpuscolifero si pone in liquido del Müller, e vi si lascia per un certo spazio di tempo, cioè a dire per lo meno 4 o 5 giorni. Di poi si isolano diligentemente i singoli corpuscoli, e ben lavatili si mettono nell'alcool a 36°, per 12 ore circa. Indi si passano a colorare nell'ematossilina e dopo questa di nuovo in alcool a 36°, donde, quando siano sufficientemente induriti, si cavano per trattarli, come si è detto sopra, con alcool assoluto, cloroformio e paraffina.

Dei corpuscoli trattati col secondo e col terzo metodo si fanno col microtomo a slitta di Thoma delle sezioni longitudinali e trasverse dello spessore di mill. 0,008. È facile di ottenere sezioni trasverse perfettamente orizzontali, e con serie complete di queste (da un corpuscolo di media grossezza si possono avere sino a 60 sezioni) incollate in bell'ordine sul vetro portoggetti, secondo il metodo del Giesbrecht, è possibile di ricostruire l'intero corpuscolo, esaminando l'una sezione dopo l'altra. E più raro di aver buoni tagli longitudinali; tuttavia, mercè piccole astuzie, che reputo inutile di riferire, sono arrivata ad ottenere delle sezioni longitudinali dirette perfettamente secondo l'asse della clava.

Questi tre metodi, come ho già detto, mi hanno dato buonissimi risultati. Col primo della separazione della clava dal restante del corpuscolo, ho potuto rilevare la forma del cilindrasse, il modo come esso termina, nonchè qualche fatto riguardante

la guaina midollare e nelle condizioni normali e nelle patologiche. Ma i maggiori vantaggi mi sono venuti dal secondo e dal terzo metodo. Infatti, mercè sezioni di corpuscoli trattati con acido osmico e carminio, sono pervenuta alla conoscenza precisa di molti particolari della struttura di questi piccoli organi, e massime del modo come la guaina midollare è disposta entro i corpuscoli normali e del come si modifica in seguito agli esperimenti. E col terzo metodo ho rilevato con certezza molti fatti importanti che riguardano, parte la tessitura della clava, parte la forma e la disposizione del cilindrasse. Infine, la mercè di questo ultimo metodo, ho potuto seguire in tutti i suoi stadî il processo di degenerazione che si stabilisce nel cilindrasse dei corpuscoli pacinici quando questi siano separati dai centri nervosi.

I. Struttura normale dei corpuscoli pacinici degli uccelli.

Reputo non superfluo di ripetere qui che non occupandomi io di istologia normale, non avrei intrapreso lo studio della fine tessitura dei corpuscoli dell'Herbst, se questa fosse così bene conosciuta da non dare più luogo nè a dubbî nè a controversie. Ma poichè, nonostante molti e pregevoli studî su tale argomento, le opinioni degli istologi sono anche oggi assai disparate intorno ad alcuni punti (e sono i più importanti) della anatomia sottile di questi organi, e poichè a voler giustamente rilevare le alterazioni in essi indotte dagli esperimenti, mi era necessario conoscere colla maggiore precisione possibile la loro struttura normale, così mi sono dovuta risolvere a fare in servizio della patologia uno studio di istologia normale. Ho peraltro ristrette le mie indagini alla parte più essenziale dei corpuscoli, nella quale era presumibile che, in seguito agli esperimenti, si svolgessero le precipue alterazioni. Pertanto in questo capitolo io non mi occuperò se non della fibra nervosa che entra in ogni corpuscolo, del come essa fibra modificasi entro la clava, del contenuto di questa ultima e del modo come vi termina la fibra nervosa. Ma prima di esporre per ciascuna di queste parti quel tanto che risulta dalle mie ricerche, sarà bene che io riporti le varie opinioni che intorno ad esse hanno gli istologi. E siccome è riconosciuto che i corpuscoli pacinici dei mammiferi e quelli degli uccelli hanno fra loro grandi analogie di struttura, così nell'esposizione ch'io son per fare terrò conto delle principali ricerche, sia intorno ai corpuscoli pacinici dei mammiferi, sia intorno ai corpuscoli dell'Herbst propriamente detti. Solo sarà mia cura di fare opportunamente rilevare quanto si riferisca in proprio alla tessitura di questi ultimi.

Lascierò da parte quei primi lavori sui corpuscoli pacinici, i quali mirarono a determinare di questi organi piuttosto l'esistenza e la topografia nelle varie specie animali, anzichè l'intima struttura. Di coloro che attesero allo studio di questa, riporterò brevemente le diverse opinioni prima intorno alla natura e alla genesi della clava, poi riguardo alle modificazioni che la fibra nervosa subisce entrando in questa, e per ultimo rispetto al modo come essa vi termina.

In quanto alla clava alcuni istologi credono che la sia di natura nervosa, altri per contro la stimano di natura connettiva.

Tra i primi il Pacini (¹), sebbene non riconosca nel corpuscolo la fibra nervosa, pure assomiglia la clava ad uno dei tanti cilindretti che formano il nervo: il Leydig (²) opina la clava non essere altra cosa che il cilindrasse molto dilatato, e considera come un sottile canaletto scorrente nel mezzo di essa quello che oggi da tutti è riconosciuto pel cilindrasse: per ultimo l'Engelmann (³) crede che la clava sia in massima parte formata dall'aumento della guaina midollare della fibra nervosa penetrante nel corpuscolo.

Tra i secondi, per ordine cronologico, il Kölliker (⁴) riguarda la clava come una sostanza connettiva semplice, finamente granulosa, con nuclei e qualche volta con capsule esterne strette fra di loro: il Keferstein (⁵) ritiene che la clava si componga di molte sottilissime capsule assai accoste; dice di aver vedute fra queste dei granuli probabilmente grassi e dei nuclei, ed ammette che essa clava derivi dal connettivo che accompagna la fibra nervosa: l'Hoyer (⁶) reputa che la clava sia formata da un insieme di capsule, le quali non differiscono da quelle che formano gli involucri del corpuscolo se non per essere più sottili, più accoste e separate non da un liquido, ma semplicemente da una materia granellosa minutissima: il Ciaccio (⁷) crede la clava composta di due parti distinte, di un sottile invoglio membranoso, e di una sostanza connettiva omogenea e trasparente. Descrive l'invoglio membranoso come sparso di nuclei bislunghi, che paiono situati nella faccia interna di esso invoglio, a similitudine di quelli che si trovano nelle fibre midollate dei nervi spinali e nelle ordinarie fibre muscolari striate di parecchi mammiferi. Dice che corpuscoli pacinici de' mammiferi trattati con soluzione acquosa di ossalato di ammoniaca, oppure tagliati longitudinalmente dopo essere stati conservati a lungo in liquido del Müller e indurati nell'alcool, danno a vedere molti sottilissimi fili membranosi i quali prendono nascimento dall'interna superficie di questo invoglio e, coll'intrecciarsi scambievolmente insieme, spartiscono tutta quanta la sostanza della clava in una moltitudine di sottili spazietti occupati dalla tenera sostanza connettiva omogenea. Ritiene che la fibra nervosa che va al corpuscolo porti con sè una porzione di quel connettivo che costituisce il neurilemma, e che di questo tessuto l'una parte si mantenga inalterata, l'altra, più vicina alla fibra nervosa, si muti in connettivo omogeneo e vada così a costituire la clava interna. Lo Schäfer (⁸) nota che in sezioni trasverse la clava presenta delle striature concentriche: Asel Key e Retzius (⁹) pensano che la clava sia composta di fibrille connettive a direzione longitudinale, e che essa risponda al connettivo intrafascicolare: il Tafani (¹⁰) crede

(¹) *Nuovi organi scoperti nel corpo umano.* Pistoia, 1840.

(²) Zeitschr. für wiss. Zoolog. 1853 pag. 81. *Jahrbuch der Histologie*, 1857 pag. 192-196.

(³) Zeitschr. für wiss. Zoolog. XIII. Bd. 3. 1863.

(⁴) Zeitschr. für wiss. Zoolog. 1863. Bd. XII.

(⁵) Zeitschr. für wiss. Zool. 1863. Bd. XII.

(⁶) Arch. für Anat. Hft 2. pag. 213, 1864.

(⁷) *Dell'analomia sottile dei corpuscoli pacinici dell'uomo ed altri mammiferi e degli uccelli.* Memorie della r. Accademia delle scienze di Torino. Serie seconda, tomo XXV.

(⁸) *The structure of the Pacinian corpuscles.* Quarterly Journal of micr. science t. XV. 1875 p. 137.

(⁹) *Studien in der Anatomie des Nervensystems.* 1876.

(¹⁰) *L'organo del tatto studiato nell'uomo ed in altri vertebrati.* 1879.

che la clava dei corpuscoli pacinici consti di capsule analoghe alle capsule esterne di essi corpuscoli, solo più ristrette fra loro ed assottigliate così da apparire a prima vista come un corpo omogeneo-granuloso; dice inoltre che negli uccelli queste capsule presentano alcune cellule speciali situate nella cavità dove scorre la fibra nervosa: il Merkel ([1]) sostiene che la clava è intieramente costituita da cellule analoghe a quelle del connettivo ordinario: il Rivolta ([2]) ritiene che la clava sia composta da un inspessimento di quel connettivo fibrillare che sta fra essa clava e le capsule esterne, e vi descrive delle masse protoplasmatiche con nuclei, ora ovali ora rotondi, secondo la posizione nella quale sono veduti: il Krause ([3]) è di opinione che la clava dei corpuscoli pacinici in genere consti di cellule connettive (Kolbenzellen) piatte, poligonali, allungate e concavo-convesse, in modo che ogni cellula concorre a formare una specie di rivestimento cilindrico che circonda la fibra nervosa terminale. Dice che in sezioni trasverse apparisce nella clava una striatura concentrica, e che confrontando questa colle striature longitudinali di preparati a fresco, si può dedurre che le cellule formanti la clava sono stratificate a mo' di lamelle irregolari; e finalmente nota che nei corpuscoli pacinici degli uccelli, lungo la clava alquanto appiattita si trovano due serie di nuclei: il Ranvier ([4]) dice che la clava consta di una sostanza granulosa nella quale si distinguono delle strie concentriche e dei nuclei.

Riguardo alla fibra nervosa dei corpuscoli pacinici, tutti gli istologi convengono nell'affermare che la fibra nervosa entra nel corpuscolo accompagnata dalla guaina midollare e forse anco dalla guaina dello Schwann, ma non tutti concordano nella descrizione di quel tratto della fibra nervosa che scorre nell'asse della clava.

Soli il Krause ed il Kölliker ([5]) emettono un giudizio intorno alla forma del cilindrasse, che descrivono come appiattito. Quasi tutti concorrono nell'opinione che il cilindrasse consti di fibrille, giacchè esso per l'opera dei reagenti mostra delicate e regolari striature longitudinali. Anche i più sono concordi nell'affermare che la fibra nervosa o prima d'entrare nella clava o poco dopo entratavi perde la sua guaina midollare e si riduce a fibra nervosa pallida. Solo il Kölliker ([6]) crede difficile accertare se la fibra nervosa entro la clava abbia o no guaina midollare; del resto egli opina che essa fibra nervosa sia un prolungamento di tutta la fibra midollare e che si possa considerarla come analoga ad una fibra nervosa embrionale. Alcuni (il Tafani, il Rivolta, il Ranvier) ([7]) parlano di un doppio contorno accompagnante il cilindrasse nell'interno della clava, ma ne danno diverse interpretazioni. Così il Tafani crede che esso doppio contorno dimostri come il cilindrasse decorre in una cavità molto angusta: il Rivolta opina che il doppio contorno rappresenti la membrana del cilindrasse ispessita: il Ranvier infine dice che il doppio contorno par continuarsi colla guaina dello Schwann; esser quindi possibile che questa si prolunghi sul

([1]) *Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere.* Rostoch, 1880.
([2]) *Del cordone di corpuscoli del Pacini alle gambe degli uccelli domestici.*
([3]) *Die Nervenendigung innerhalb der terminalen Körperchen.* Arch. für micr. Anat. t. XIX.
([4]) *Traité technique d'Histologie.* 1882.
([5]) Lavori citati.
([6]) Lavoro citato.
([7]) Lavori citati.

cilindrasse, creder peraltro più probabile che il cilindrasse sia rivestito soltanto da quel protoplasma che fodera la guaina dello Schwann. Il Ciaccio consente che a volte il doppio contorno (il quale a parer suo rappresenta la guaina midollare) si continui attorno al cilindrasse per qualche po' di spazio entro la clava nei corpuscoli pacinici dei mammiferi; nega peraltro che ciò si verifichi mai nei corpuscoli pacinici degli uccelli. Il Rauber ([1]) ammette che la fibra nervosa nella clava consti del cilindrasse e di una guaina omogenea e senza nuclei. Il Ciaccio è di opinione che la fibra nervosa della clava somigli alle fibre dei nervi spinali, senonchè ne differisca per la mancanza di quei nuclei che si trovano in tutte le fibre dei nervi spinali impiantati fra la guaina midollare e quella di Schwann. Crede che essa fibra nervosa della clava, benchè manchi della guaina midollare, non manchi però di quella dello Schwann.

In quanto al modo come termina la fibra nervosa nei corpuscoli pacinici, dominano fra gli istologi due diverse opinioni. L'una è che essa fibra nervosa vada a finire in particolari cellule; l'altra che termini in rigonfiamenti.

Hanno la prima opinione soli il Jacubowtsch ed il Ciaccio. Descrive il Ciaccio queste cellule (che ritiene non siano state vedute dai più, perchè assai alterabili e visibili solo allo stato freschissimo) come piriformi, composte di una sottile membranella che par si continui colla guaina dello Schwann, di un contenuto minutamente granelloso col quale va apparentemente ad immedesimarsi il cilindrasse, e di un piccolo nucleo con nucleolo.

Di quelli che hanno la seconda opinione alcuni (ad esempio il Rivolta) ritengono che la fibra nervosa finisca in una semplice dilatazione, altri interpretano questa dilatazione come un allontanarsi delle fibrille che compongono il cilindrasse, e questi sono il Budge ed il Tafani. Il quale ultimo peraltro aggiunge che in mezzo al rigonfiamento terminale si può vedere un nucleo, talvolta abbastanza distinto. Altri ancora, cioè il Krause ed il Ranvier, ammettono che le singole fibrille di cui consta il cilindrasse vadano a terminare ciascuna in una specie di bottoncino. Peraltro il Ranvier è di opinione che nei corpuscoli pacinici degli uccelli (corpuscoli dell'Herbst) la fibra nervosa termini in un semplice bottone e non in più, come nei corpuscoli pacinici dei mammiferi.

I corpuscoli dell'Herbst che io ho studiati sono quelli che rinvengonsi nelle gambe dei polli, come in tutte le specie di uccelli, raccolti in un cordone lungo lo spazio interosseo. Questo cordone nei polli adulti è largo circa un millimetro e lungo 4 o 5 centimetri. Comincia subito al disopra del foro nutrizio della tibia, e si porta sin verso l'estremità inferiore di questa, in compagnia di un sottile filamento nervoso e dell'arteria interossea. Il nervicino dal quale partono le fibre nervose che vanno ciascuna ad un corpuscolo, si diparte dalla branca interna dell'ischiatico.

Per iscoprire il suddetto cordone basta praticare, al lato esterno della gamba, un' incisione longitudinale che si approfondi sino allo spazio interosseo.

I corpuscoli che compongono il descritto cordone sono di forma più o meno ovale, di varia grandezza. I più grossi misurano circa un millimetro di lunghezza.

([1]) *Untersuchungeu ueber das Vorkommen u. die Bedeutung der Vater'schen Körperchen.* München, 1867.

Esaminando a debole ingrandimento un corpuscolo trattato con acido osmico e carminio, si vede portarsi ad una delle sue estremità una fibra nervosa midollare. Questa fibra è circondata da un grande numero di quegli strati connettivi che costituiscono la guaina dell'Henle, ma essa li perde attraversando le capsule esterne del corpuscolo, entro il quale scorre per breve tratto ancora evidentemente fornita di guaina midollare, indi passa nella clava. Questa apparisce come un nastrino bruno sparso di nuclei grossi rotondi, comincia con uno estremo ovale, occupa per quasi tre quarti la lunghezza dell'asse del corpuscolo, e finisce con uno estremo rigonfiato. In corpuscoli interi non è possibile di vedere più in là con sufficiente nettezza, e per venire ad una più precisa conoscenza dell'intima struttura di essi, bisogna valersi dello studio di clave spogliate dei loro involucri.

In queste si vede benissimo come la fibra nervosa midollare che va al corpuscolo abbandona, attraversandone le capsule esterne, quegli involucri che formano la guaina dell'Henle, ma conserva tutti i costituenti di una fibra nervosa normale, cioè a dire cilindrasse, guaina midollare, nuclei e protoplasma della fibra, guaina dello Schwann. La sola differenza apprezzabile fra quella porzione di fibra che è fuori del corpuscolo e l'altra che vi è già penetrata, consiste in ciò, che nella ultima le incisure dello Schmidt sono fra loro più vicine, e che alcune volte si rinvengono due o tre nuclei della fibra nervosa posti in mezzo a protoplasma piuttosto abbondante. Il quale ultimo fatto, per le cognizioni che si hanno oggi intorno ai rapporti di tali nuclei coi segmenti interanulari, induce a ritenere che in questa parte della fibra essi segmenti siano molto brevi.

In quanto alla guaina dello Schwann essa apparisce come una linea sottile che separa nettamente la guaina midollare dal tessuto circostante. A volte su questa linea si vedono dei nuclei molto allungati, che sono appunto i nuclei della guaina dello Schwann.

Ma i varî costituenti della fibra nervosa presentano profonde modificazioni, ora in vicinanza della clava, ora proprio subito prima di questa.

Nel primo caso si ha l'apparenza come se la guaina midollare, a poche linee dalla clava, terminasse in modo brusco. E questa terminazione ora è a becco di flauto colle punte rivolte verso il cilindrasse, in modo che rappresenta come un'incisura dello Schmidt, ora è ad estremi arrotondati, come uno strozzamento del Ranvier.

Il cilindrasse che da questo punto si continua verso la clava, si restringe alquanto a formare una specie di colletto, ed è fiancheggiato da due linee sottili che acquistano un color bruno coll'acido osmico e che fanno seguito alla guaina midollare sopradescritta. Nei casi in cui la grossa guaina midollare cessa al principio della clava, questo strozzamento della fibra nervosa è limitato, ed avviene in quel punto nel quale la fibra sta per passare nella clava.

Nella clava si vede il cilindrasse col suo doppio contorno (fig. 1, *f*, *g*); ai lati del cilindrasse una sostanza bruna contenente una serie di nuclei grossi rotondi (fig. 2, *c*, *d*), ed all'esterno di questa sostanza bruna una linea sottile, con nuclei molto allungati, aventi la medesima direzione di essa linea, la quale rappresenta la parete della clava (fig. 2, *e*). Il cilindrasse che scorre nell'interno di questa, apparisce o granuloso o fibrillare: l'apparenza fibrillare é più frequente nell'ultimo tratto del

cilindrasse, cioè quando questo si avvicina alla sua terminazione. Entro la clava il cilindrasse mostra dimensioni ed aspetti diversi, che saranno spiegati più avanti. Cioè a dire, a volte il cilindrasse è molto sottile ed apparisce come una striscia chiara, che risalta vivamente in mezzo alle due lineette brune che la fiancheggiano (fig. 7, *a*) ed in questo caso il cilindrasse conserva la stessa larghezza in tutto il suo corso nella clava, solo si assottiglia alquanto poco prima di entrare nel rigonfiamento finale di questa. Altre volte al contrario il cilindrasse è molto più largo ed è rappresentato da una striscia di color bruno chiaro, la quale al principio della clava, cioè subito sopra al colletto suddescritto, si allarga (fig. 1, *f*) e riprende a un dipresso le dimensioni di quella parte di fibra nervosa che è palesemente rivestita di guaina midollare; poi si restringe di nuovo nell'avvicinarsi all'estremo rigonfiato della clava (fig. 3, *b*) dove termina in una dilatazione a mo' di fiaschettino, come si dirà più avanti.

La sostanza bruna che sta ai lati del cilindrasse, apparisce fortemente granellosa; comincia quasi in punta, ma poi si allarga rapidamente dando così al principio della clava l'aspetto dell'estremo di un ovoide (fig. 1). In mezzo a questa sostanza bruna si trovano, come ho più volte detto, dei nuclei grossi rotondi. Questi ora si vedono disposti in due serie ai lati della sostanza bruna (fig. 1, *c*; fig. 2 e 3, *d*), ora al contrario si rinvengono nella linea mediana della clava (fig. 7, *c*). In questo ultimo caso, alzando ed abbassando l'obbiettivo, ci si accorge che le due fila di nuclei sono l'una al disopra e l'altra al disotto del cilindrasse, ad una certa distanza da quello. A queste due diverse disposizioni dei nuclei grossi rotondi, rispondono le due varietà già notate nell'aspetto e nelle dimensioni del cilindrasse. Cioè, quando i nuclei si vedono disposti in due serie allato e un po' lungi dal cilindrasse, questo apparisce largo e bruniccio, al contrario quando le due serie di nuclei sono l'una sopra e l'altra sotto al cilindrasse, questo si mostra sottile, del tutto scolorato e trasparente. Queste differenze trovano la loro spiegazione nello studio dei tagli trasversi, come vedremo in seguito.

Al di fuori della sostanza bruna e dei nuclei rotondi, vedesi la parete della clava sotto forma di una linea sottile, con nuclei allungati. Questa linea ora è più vicina (fig. 1, *k*), ora è più lontana alla sostanza bruna (fig. 8, *d*). Quando è più lontana lo spazio che ne la separa è intagliato da linee interrotte, sottili, a direzione longitudinale. Anche di questo fatto vedremo più sotto la probabile spiegazione. Comunque, la linea che rappresenta la parete della clava, segue esattamente i contorni di questa, così nella sua dilatazione terminale, come nel suo principio. Anzi in molti preparati la si vede benissimo, ancora fornita di nuclei allungati, passare dalla clava attorno alla specie di colletto che sopra ho descritto parlando della fibra nervosa subito prima che trapassi nella clava (fig. 1, *l*).

Ora per questa maniera di preparazioni mi resta a dire solo del rigonfiamento nel quale termina la clava.

Prima di costituire questa specie di dilatazione finale, la clava non si muta se non in quanto, alcune volte, si restringe un poco ed ha sempre i nuclei rotondi disposti in modo meno regolare che nelle altre parti. Questo rigonfiamento ha una forma sferica (fig. 3, 8, 9), ed è costituito a un dipresso dalle stesse parti di cui consta il restante della clava: solo alcune di queste parti sono un po' modificate.

Infatti, esso è rivestito al di fuori da una parete (fig. 3, *g*) che si continua con quella della clava, ma che è formata da un maggior numero di strati, i quali vengono a comporre una specie di cupola in corrispondenza dell'estremo di esso rigonfiamento. Al di sotto di questo invoglio trovasi una sostanza bruna, molto granulosa, con dentro dei nuclei irregolarmente disposti (fig. 3, *e*). Nelle parti centrali si ha una figura a contorni ben netti, a forma di fiaschettino, continuantesi per la sua parte ristretta col cilindrasse che percorre la clava (fig. 3, *c*; fig. 8 e 9, *b*). La sostanza bruna che riveste questo fiaschettino è in quantità minore di quella che sta ai lati del cilindrasse lungo la clava. Ciò si comprende facilmente quando si consideri che la dilatazione della clava non è proporzionale a quella che si ha all'estremo del cilindrasse.

Nelle varie preparazioni si notano a riguardo di quanto è stato finora detto alcune differenze. Così mentre in certi casi la detta sostanza bruna conserva tale spessezza che non lascia esattamente distinguere ciò che trovasi entro il fiaschettino (fig. 3, *c*), ma solo permette di intravvedere l'esistenza di questo, in altri casi al contrario lo strato della sostanza bruna è così sottile che lascia vedere distintamente al di sotto il detto fiaschettino, il quale presentasi allora (fig. 8 e 9, *b*) come costituito da una parete con dentro una sostanza chiara, molto trasparente, in mezzo alla quale può benissimo rilevarsi la terminazione del cilindrasse.

Questi diversi aspetti del rigonfiamento finale della clava corrispondono in generale ai differenti aspetti già notati nel cilindrasse. Così quando questo apparisce largo e brunastro anche il fiaschettino mostrasi bruno e nulla vi si distingue dentro; al contrario allorchè il cilindrasse mostrasi chiaro e sottile più evidente apparisce il fiaschettino e dentro vi si può seguire il cilindrasse e rilevarne la terminazione. La quale ho potuto accertare che si fa per due modi; cioè a dire, a volte il cilindrasse si partisce in due o tre rami (tale divisione ora ha luogo nell'interno del fiaschettino, ora prima di questo), che si dividono e suddividono alla loro volta, e all'ultimo finiscono ciascuno in un piccolo bottoncino (fig. 8, *b*). Altre volte invece il cilindrasse subito entro il fiaschettino si sfiocca in tante fibrille che costituiscono come un'ombrellína; ed anche in questo caso ciascuna fibrilla termina in un piccolo rigonfiamento a mo' di bottone (fig. 9, *b*).

Rispetto al fiaschettino altre due cose meritano speciale menzione. L'una è che de' molti nuclei che vi si veggono nessuno mai è situato dentro di esso, ma sempre appartengono tutti alla sostanza bruna che lo riveste. L'altra è che la parete da cui apparisce limitato il fiaschettino evidentemente si continua colla membrana del cilindrasse.

Ora passerò allo studio delle sezioni trasverse, incominciando da quelle dei corpuscoli trattati con acido osmico e carminio; e in tale studio prenderò in esame delle serie complete, ma non mi fermerò a descrivere se non quelle sezioni che presenteranno qualche particolarità degna di nota.

Incominciando dalla parte per la quale entra la fibra nervosa, vedesi che essa, nell'attraversare le capsule esterne del corpuscolo, abbandona gli spessi strati che formano la guaina di Henle, e che in quel tratto di corpuscolo che intercede fra le capsule esterne e il principio della clava, è costituita dal cilindrasse di forma

rotonda e dalla guaina midollare, molto evidente (fig. 10, *a*), limitata all' esterno e un po' discosto da una linea sottile, concentrica (fig. 10, *b*), la quale rappresenta la guaina dello Schwann. Al di fuori di essa trovasi quel tessuto che in corpuscoli interi e in clave dilacerate ha l'apparenza di fibrille delicatissime intrecciate in tutti i sensi, ed in sezioni trasverse è rappresentato da linee sottili, che nell'insieme hanno una disposizione concentrica, ma tuttavia un poco si intrecciano fra di loro ad angoli molto acuti. In mezzo a questo tessuto spiccano de' nuclei allungati, dai quali partono due o più sottili prolungamenti; ed oltre di questi a volte vi si rinvengono altresì dei nuclei rotondi, circondati da poco protoplasma. I primi appartengono alle cellule proprie del tessuto lacunare ora descritto, i secondi probabilmente sono globuli bianchi i quali camminano negli spazî di quel tessuto, dove alcune rare volte si trovano in quantità così considerevole da dare quasi l'aspetto di un'estesa infiltrazione.

In questo medesimo tratto di fibra che si estende dall' estremità del corpuscolo al principio della clava, si rinviene sempre una sezione nella quale, fra la guaina midollare e la guaina dello Schwann, si scorge un bel nucleo (fig. 11, *b*) a forma quasi di mezzaluna, circondato da un po' di protoplasma, che dagli estremi di esso nucleo si prolunga più o meno ad abbracciare la guaina midollare.

Da quanto ho detto di sopra viene a confermarsi ciò che fu osservato nelle clave dilacerate, cioè che la fibra nervosa entra nel corpuscolo pacinico con tutti i suoi costituenti: cilindrasse, guaina midollare, nucleo e protoplasma della fibra nervosa, guaina dello Schwann; solo abbandona in corrispondenza delle capsule esterne la spessa guaina di Henle, che la circonda sino al suo arrivo al corpuscolo.

Giunti alla clava troviamo che le parti sino ad ora descritte assumono un aspetto molto diverso, e ciò tanto per loro modificazioni, quanto per l'aggiunta di nuovi elementi che si dispongono in modo particolare attorno alla fibra nervosa modificata e che danno un carattere tutto speciale a questa parte del corpuscolo.

Le modificazioni che avvengono nei varî componenti della fibra nervosa consistono in un assottigliamento del cilindrasse (il quale peraltro conserva la sua forma rotonda), e in una riduzione nella grossezza della guaina midollare, che a guisa di anello sottilissimo circoscrive ancora in modo completo il detto cilindro (fig. 12, *a*). Queste modificazioni che si riscontrano appena in due tagli microscopici dello spessore di mm. 0,008, e che ora precedono immediatamente l' ingresso della fibra nervosa nella clava, ora accadono proprio al principio della clava stessa, corrispondono a quello strozzamento della fibra nervosa notato in queste parti nelle preparazioni di clave spoglie dei loro involucri, e che fu designato col nome di colletto della fibra nervosa. Nel caso poi nel quale questo colletto si rinviene subito al principio della clava, allora nella prima sezione di esso vedesi al dintorno della fibra nervosa modificata nel modo più volte detto, un anello di tessuto connettivo (fig. 12, *c*) formato come da tanti strati di fibre addossati strettamente gli uni agli altri e provvisti di nuclei allungati aventi, come le fibre, disposizione concentrica. Questo strato all' interno è separato dalla sottile guaina midollare della fibra nervosa mercè uno spazio chiaro piuttosto largo (fig. 12, *b*), e all' esterno è limitato dal circostante tessuto connettivo lacunare per una linea netta e molto sottile, fornita di nuclei

anche più allungati di quelli che in esso anello rinvengonsi (fig. 12, *d*). Nella sezione successiva, subito attorno al cilindrasse e alla guaina midollare assottigliati, si ha, invece dello spazio chiaro, una zona bruna tutta a striature concentriche molto serrate (fig. 13, *b*). Attorno a questa si rinviene un'altra zona assai più larga, più chiara, a fibre meno strette (fig. 13, *d*), che contiene verso la sua periferia esterna due grossi nuclei rotondi diametralmente opposti (fig. 13, *e*). Tanto l' una quanto l' altra di queste parti della clava saranno meglio descritte nello studiare le sezioni successive, dove le si trovano maggiormente sviluppate. All'esterno il contenuto della clava è separato dal restante del corpuscolo per mezzo di una sottile parete a nuclei molto allungati, come quella già rinvenuta nella sezione precedente (fig. 13, *g*).

Da questo punto alla specie di colletto che precede la dilatazione terminale della clava, le sezioni trasverse si assomigliano tutte fra di loro. Per tanto basterà che io ne descriva una sola.

Nel centro si ha il cilindrasse (fig. 14, *a*), il quale rarissime volte si colora col carminio, il più spesso resta incolore. Nel primo caso apparisce come un bastoncino a un dipresso due volte più lungo che largo; nel secondo caso è rappresentato dal limite dello spazio che lo comprende, cioè a dire dalla sua immagine negativa.

Ai due lati più larghi del cilindrasse stanno due masse simili per la forma ad ali di farfalla, di color bruno più scuro dalla parte che guarda il clilindrasse, sfumato verso l'esterno (fig. 14, *b*). Queste due masse sono tenute insieme da una sottile zona giallo-brunastra, la quale presenta delle finissime striature concentriche addossate strettamente le une alle altre, solo un poco più rade verso l' esterno ove terminano sempre a contorni ben netti (fig. 14, *c*). Questa zona segue esattamente nella sua disposizione i contorni delle due masse brune, e perciò interponendosi fra loro, forma, in corrispondenza dei lati più stretti del cilindrasse, come due linguette che a questo si avvicinano. A ciascuna di queste linguette corrisponde, nel contorno esterno di essa zona, un' infossatura triangolare nella quale si insinua il restante tessuto della clava. Al dintorno della zona ora descritta se ne vede un'altra, la quale se ne distingue per la presenza di nuclei e per essere costituita da fibre più lontane fra di loro (fig. 14, *d*).

De' nuclei, due di forma rotonda e assai grossi sono situati agli estremi del diametro che attraversa la sezione secondo la massima larghezza del cilindrasse. Gli altri in numero vario, di forma allungata, giacciono sulle fibre. Attorno ai primi è raccolto poco protoplasma finissimamente granuloso, con prolungamenti che si continuano sopra le fibre di questa zona, le quali alla prima appariscono disposte concentricamente, ma ad un esame più accurato le si vedono, se non tutte, le più anastomizzarsi fra loro e formare così delle maglie allungate. Nella trama di queste maglie, come abbiamo veduto, si trovano delle cellule formate da nuclei lunghi e da scarso protoplasma, che si distende sul corso delle fibre, proprio come avviene per le cellule che stanno applicate sul reticolo delle glandole linfatiche.

Tutte le parti ora descritte sono limitate all'esterno da una parete che le divide dal rimanente del corpuscolo, e che è costituita da pochi strati di tessuto connettivo

così strettamente connessi fra di loro da avere l'aspetto di una linea alquanto ondulosa con nuclei allungati (fig. 14, *e*).

Quando la serie dei tagli trasversi è completa, allora, ordinariamente verso la metà della lunghezza della clava, più di rado verso gli estremi di questa, si trova sempre un nucleo, il quale, per la sua grande importanza così dal lato della struttura normale come della fisiologia e della patologia dei corpuscoli pacinici, merita una particolare descrizione. Questo nucleo (fig. 16, *d*) lo si rinviene alla periferia esterna di quella zona che abbiamo veduto circondare le due masse brune comprendenti fra loro il cilindrasse, e giace appunto in corrispondenza di uno dei lati più stretti di esso. Ha una forma allungata con un lato un po' più convesso: col suo diametro maggiore è posto più o meno perpendicolarmente al diametro maggiore del cilindrasse, verso il quale è rivolto col suo lato meno convesso, ed è circondato da una certa quantità di protoplasma granuloso, il quale, sotto forma di due linguette, si prolunga al dintorno della zona che circonda le due masse brune.

Anche nella dilatazione terminale l'aspetto delle sezioni trasverse subisce delle profonde modificazioni. Nel centro della sezione, cioè nel posto che nei tagli precedenti era occupato dal cilindrasse e dalle due masse brune, trovasi uno spazio chiaro pieno di una sostanza molto sottilmente granulosa, il quale va allargandosi a misura che si procede in alto (fig. 17, *a*). Tale spazio, che evidentemente rappresenta il fiaschettino già osservato nei preparati per dilacerazione, contiene in mezzo ad una sostanza molto finamente granulosa, le sezioni ottiche delle fibrille nelle quali si divide il cilindrasse, ovvero dei punti più grossi e più intensamente colorati, che rappresentano i bottoncini terminali di queste fibrille. Per la direzione che tengono le fibrille nell'allontanarsi fra di loro, accade spesso che alzando ed abbassando il fuoco del microscopio, si possa seguire in direzione obliqua un piccolo tratto di queste fibrille (fig. 17, *a*), e nei tagli più vicini all'estremo della clava accompagnarle alcuna volta sino al bottoncino terminale (fig. 18, *a*).

Il contorno di questo spazio chiaro, il quale ha varie dimensioni non solo nei varî piani di uno stesso corpuscolo, ma anche nei piani corrispondenti di varî corpuscoli, è segnato all'esterno da una linea tanto sottile che studiandola in sezioni trasverse difficilmente si sarebbe indotti a considerarla come l'espressione di una vera e propria parete del fiaschettino, anzi quasi sfuggirebbe all'osservazione se non fosse fatta risaltare dalla differenza fra la struttura del contenuto del fiaschettino e quella della sostanza che lo circonda.

Studiando le serie complete di sezioni trasverse in molti corpuscoli, mai mi è accaduto di trovare nell'interno del fiaschettino nè nuclei, nè resti di nuclei, e confermando quanto si osserva in preparati ottenuti per dilacerazione, ho sempre potuto dimostrare che i nuclei i quali rinvengonsi nella dilatazione terminale della clava, stanno al di fuori del fiaschettino in quella sostanza ch'io sono per descrivere.

Le due masse brune e le altre parti che accompagnano il cilindrasse per tutta la lunghezza della clava, cessano gradatamente nel punto nel quale comincia il restringersi del cilindrasse in immediata vicinanza del fiaschettino. Perciò, attorno di questo, si ha soltanto un anello di sostanza bruna granulosa, in mezzo alla quale giacciono qua e là, senza alcuna regolarità, i nuclei allungati e rotondi della zona

esterna della clava (fig. 17 e 18, *b*). Questo anello ha contorni sfrangiati verso l'esterno, non presenta eguale grossezza in tutta la sua circonferenza, e al di fuori è limitato da quello strato di connettivo che rappresenta la parete della clava divenuta in questa parte un poco più grossa.

Finalmente nelle ultime sezioni della clava si rinviene uno strato di questa sostanza bruna granulosa che riveste l'estremo libero del fiaschettino, il quale alcune volte, abbassando il fuoco del microscopio, si può intravvedere al di sotto di essa. Nella sezione successiva si trova la parete della clava che forma una specie di cupola sull' estremo terminale di questa.

Studiando i tagli trasversi di corpuscoli trattati con acido osmico e carminio, non solo confermasi quanto può dedursi dall' esame delle dilacerazioni di corpuscoli egualmente trattati, ma anche si trova la spiegazione di alcune apparenze in quelli rinvenute, le quali altrimenti non potrebbero essere con certezza interpretate. Così il fatto dell'apparire il cilindrasse ora sottile e chiaro colle due serie dei nuclei rotondi l'una sopra e l'altra sotto, ora al contrario largo e bruniccio colle due serie de' nuclei poste di lato e discoste, è spiegato dalla forma a nastrino del cilindrasse, dalla particolare disposizione di quella sostanza bruna che lo comprende, e per ultimo dai rapporti che il cilindrasse, la sostanza bruna e i grossi nuclei rotondi hanno costantemente fra di loro.

Infatti, è chiaro che il cilindrasse, appiattito come è, apparirà più largo o più stretto, secondo che sarà veduto di faccia o pe' suoi margini. Inoltre, avendo esso ai suoi lati più larghi quelle masse brune, che sotto forma di due corpi solidi aventi per base un trapezoide mistilineo lo accompagnano sin verso la sua terminazione, necessariamente il cilindrasse veduto di faccia apparirà bruniccio, perchè trasparisce attraverso alle due masse brune che in tal caso gli stanno l' una al di sopra e l'altra al di sotto. Al contrario veduto di coltello il cilindrasse apparirà chiaro perchè allo scoperto dalle due masse brune che allora gli stanno allato.

Similmente è facile di comprendere che col cilindrasse largo e bruno si troveranno sempre i nuclei rotondi disposti in due serie l' una di qua e l'altra di là della sostanza bruna, e col cilindrasse chiaro e stretto i nuclei saranno metà sopra e metà sotto il cilindrasse, poichè le sezioni trasverse ci hanno mostrato che essi nuclei sono collocati in corrispondenza dei margini del cilindrasse.

Si comprende inoltre come in ambedue le posizioni il cilindrasse debba essere limitato da un doppio contorno bruno. Questo, quando il cilindrasse è visto di coltello, è costituito dalla parte più spessa e più scura delle due masse brune che gli stanno ai lati; quando il cilindrasse è osservato di faccia, è invece formato da quelle porzioni di esse masse brune che sporgono al di fuori del cilindrasse posto fra loro e di loro meno largo. Naturalmente nel primo caso il doppio contorno è più scuro che nel secondo.

Anche i due diversi aspetti sotto i quali il fiaschettino può mostrarsi nei preparati ottenuti per dilacerazione, possono interpretarsi mercè le sezioni trasverse, le quali ci mostrano che la sostanza bruniccia che riveste il fiaschettino ha varia grossezza non solo nei varî fiaschettini, ma altresì nelle varie parti di uno stesso fiaschettino (fig. 17, 18, 19, *b*).

Per ultimo, la varia distanza che nelle varie preparazioni passa fra la parete della clava e la sostanza bruna che la occupa, si può spiegare considerando che le due masse brune quando si vedono sovrapposte hanno ai lati i grossi nuclei rotondi, i quali quasi toccano l' invoglio della clava, mentre quando sono vedute l'una allato all' altra sono separate dalla parete della clava per mezzo di quella specie di reticolo che nelle sezioni trasverse ho descritto fra essa parete e la zona a striature concentriche.

Le sezioni longitudinali di corpuscoli trattati con acido osmico e carminio confermano pienamente quanto si rileva dalle sezioni trasverse, perciò non presentando esse alcuna cosa degna d' esser in particolar modo menzionata, credo conveniente di passare senza altro alla descrizione dei tagli trasversi di corpuscoli conservati nel liquido del Müller e coloriti coll' ematossilina dopo essere stati indurati nell'alcool.

La fibra nervosa che è penetrata nel corpuscolo e che va a raggiungere la clava, nelle sezioni trasverse colorate coll' ematossilina mostra gli stessi fatti notati già nelle preparazioni con acido osmico e carminio, salvo solo quelle piccole differenze di aspetto, che risultano nelle varie parti di essa per la differenza del metodo impiegato.

Così in queste preparazioni spicca pel suo colore violetto il cilindrasse il quale ha una forma rotonda (fig. 20, *a*); e resta vuoto lo spazio occupato dalla mielina prima che fosse disciolta dal cloroformio (fig. 20, *b*). Risalta anche molto vivamente la guaina dello Schwann, che limita all' esterno lo spazio lasciato vuoto dalla mielina e lo separa dal tessuto connettivo lacunare circostante (fig. 20, *c*). Anzi nei casi in cui la sezione è alquanto obliqua, si può per un certo tratto seguire il cilindrasse e vedere al dintorno di questo, e da questo per un piccolo spazio separata, una sottile membranella trasparente, che ha tutti i caratteri della guaina dello Schwann, e che è perfettamente eguale a quella che si osserva nei nervi periferici colorati coll' ematossilina dopo averli, per opera del cloroformio, privati della loro mielina.

In corrispondenza della clava le particolarità che si osservano in queste preparazioni sono relative anzitutto alla forma del cilindrasse. Questo ha perduto la forma rotonda che aveva nella porzione di fibra nervosa antecedente alla clava, e comparisce nelle sezioni trasverse come un bastoncino il quale pel suo colore violetto spicca vivamente nel centro della clava (fig. 24 e 25, *a*). Gli estremi di questo bastoncino sono arrotondati, ed anzi alcune volte leggiermente rigonfiati, in modo che la sezione trasversa del cilindrasse prende allora l'aspetto di un otto in cifra.

La forma a bastoncino ora descritta la osserviamo nel cilindrasse a partire dal colletto, vale a dire un paio di sezioni al di sopra del principio della clava, sino al principio del fiaschettino.

Il cilindrasse è circoscritto tutto attorno da una massa spessa, circolare, costituita come da tante striature concentriche le une alle altre, separate da sottilissimi spazî chiari (fig. 25, *b*). All' esterno di questa massa, che ha un limite abbastanza netto, si attaccano delle fibrille che, intrecciandosi e anastomizzandosi fra di loro, formano un sistema lacunare a maglie piuttosto larghe, il quale occupa la periferia più esterna della clava (fig. 25, *c*). In questa ultima parte si hanno i

soliti due grossi nuclei rotondi, posti agli estremi del diametro che passa per la massima larghezza del cilindrasse, attorniati da una piccola quantità di protoplasma chiaro, molto finamente granuloso, che si estende coi suoi prolungamenti sulle fibre che costituiscono il reticolo, sulle quali si trovano anche qua e là dei nuclei allungati. Finalmente all' esterno della clava si nota la solita parete (fig. 25, *d*) formata da pochi strati di connettivo, fortemente stretti gli uni agli altri e provvisti di nuclei molto allungati.

A varia altezza dal principio della clava trovasi in queste come nelle preparazioni con acido osmico e carminio, un nucleo di forma allungata, circondato da una piccola quantità di protoplasma finamente granuloso, che sotto forma di due alette si allunga ad abbracciare più o meno quella massa striata comprendente il cilindrasse, alla periferia esterna della quale questo nucleo si rinviene (fig. 26, *c*). Rispetto alla posizione di questo nucleo e ai suoi rapporti col cilindrasse e colle altre parti della clava, le sezioni colorate coll' ematossilina corrispondono interamente a ciò che riscontrasi nelle sezioni con acido osmico e carminio.

I tagli che comprendono il fiaschettino e la dilatazione terminale della clava sono in media in numero di tre o quattro, e non differiscono da quelli già descritti nei preparati con acido osmico e carminio se non perchè ordinariamente è più facile di rilevarvi le sezioni ottiche delle fibrille in che il cilindrasse si divide alla sua terminazione e i bottoncini nei quali le singole fibrille vanno a finire (fig. 27, *a*); ed anche perchè attorno al disco di sostanza chiara granulosa in mezzo alla quale si fa la divisione e terminazione del cilindrasse, trovasi, in luogo di un anello brunastro, una zona di larghe maglie formate dall' anastomizzarsi di poche fibrille, sulle quali si vedono qua e là senza alcuna regolarità de' nuclei rotondi e degli allungati (fig. 27, *f*).

Questa zona di reticolo non è come nei preparati con acido osmico e carminio, distintamente limitata dal disco che essa abbraccia, ma all' esterno è separata dal tessuto circostante del corpuscolo mercè una linea sottile, la quale rappresenta la parete della clava, che si continua attorno alla dilatazione finale di questa (fig. 17, *c*).

Anche nei preparati con ematossilina, nonostante che questa sia un potente mezzo di tinzione de'nuclei, non mi accadde mai di osservare nell' interno del fiaschettino nè nuclei, nè resti di nuclei.

I tagli longitudinali di corpuscoli conservati nel liquido del Müller, poi colorati coll' ematossilina, confermano quanto si vede in sezioni trasverse non solo, ma anche permettono di rilevare con tutta certezza alcuni particolari riguardanti la guaina dello Schwann e il cilindrasse, i quali non era possibile di aver così evidenti nei preparati per dilacerazione o nei tagli longitudinali di corpuscoli trattati con acido osmico e carminio.

Così in alcune sezioni longitudinali bene riuscite si vede che il cilindrasse in vicinanza della clava presenta ad un tratto un leggero rigonfiamento (fig. 4, *c*), dall' estremo del quale esso cilindrasse prolungasi nella clava sotto forma di un sottile filo vivamente colorato in violetto, colle due serie de' nuclei rotondi l'una al di sopra e l'altra al di sotto (fig. 4, *g*, *k*); cosicchè le sezioni longitudinali di corpuscoli trattati coll' ematossilina danno una splendida conferma a quanto si disse

discorrendo dei due varî aspetti sotto i quali il cilindrasse apparisce nei preparati per dilacerazione. Anche in esse infatti può vedersi il cilindrasse (che spicca benissimo per la sua nitida colorazione) ora sottile, vivissimamente colorato, coi nuclei rotondi metà sopra e metà sotto (fig. 4, *a*, *b*); ora al contrario più sbiadito (stante la sua minore spessezza), coi nuclei rotondi in due serie ai lati e discosti (fig. 5, *a*, *c*).

In quanto alla specie di colletto della fibra nervosa di cui si è molte volte discorso, le sezioni longitudinali di corpuscoli colorati coll' ematossilina ci confermano l'esistenza di un assottigliamento del cilindrasse in immediata vicinanza della clava, ma ci fanno avvertire come il colletto sia molto più appariscente quando il cilindrasse è veduto di coltello, giacchè questo, che dopo essersi alquanto assottigliato si appiattisce e ad un tratto prende la forma di un nastrino, mostrasi, guardato pei suoi margini, come un filo sottilissimo che si innalza da un considerevole strozzamento (fig. 4, *c*, *d*).

Come era da prevedersi, la guaina dello Schwann è molto facilmente rilevabile nei preparati coll' ematossilina, poichè in questi fra essa ed il cilindrasse resta lo spazio occupato prima dalla mielina che fu disciolta dall' alcool e dal cloroformio. Ed appunto in sezioni longitudinali di corpuscoli così trattati, si può qualche volta distintamente seguire quella lineetta sottile che rappresenta i contorni della guaina dello Schwann e vedere come essa pure in corrispondenza del colletto dapprima formi una specie di dilatazione, poi si restringa per seguire il restringersi del cilindrasse e della guaina midollare, e per ultimo accompagni quello entro la clava, andando a rivestire la zona a striature concentriche la quale circonda immediatamente il cilindrasse (fig. 4, *b*, *e*, *f*).

Arrivati a questo punto stimo conveniente di sintetizzare le cose già esposte, e ciò al fine di dare un' idea generale intorno alla struttura della parte più essenziale del corpuscolo.

È evidente, e su questo si accordano la maggior parte degli istologi, che la fibra nervosa midollare la quale va al corpuscolo ed è fornita di una spessa guaina di Henle, perde questa guaina in corrispondenza delle capsule esterne del corpuscolo e per un piccolo tratto corre nel corpuscolo fornita di tutti i costituenti proprî di una fibra dei nervi spinali. Solo non è stato da altri notato che in questa porzione di fibra le incisure dello Schmidt sono assai più ravvicinate, più brevi i segmenti interanulari e quindi più vicini i nuclei della fibra nervosa.

In prossimità o proprio in corrispondenza del principio della clava, questa fibra si restringe alquanto e costituisce una specie di colletto dove apparentemente ha termine la guaina midollare, la quale cessa in modo brusco, sia ad estremi arrotondati, sia a mo' di un' incisura dello Schmidt. Ma la fibra nervosa a partire da questo punto e per tutto il suo corso nella clava nel fatto conserva tutti i suoi componenti, solo alcuni presentano delle leggiere modificazioni. Così il cilindrasse a cominciare dal di sopra del colletto perde la sua forma cilindrica e acquista quella di un nastrino: la mielina non circonda più intieramente il cilindrasse, ma solo ne fiancheggia i due lati più larghi, lasciandone del tutto allo scoperto i due margini alquanto arrotondati.

Si comprende perciò come queste due lunghe incisure che seguono i margini

del cilindrasse per tutta la lunghezza della clava dal punto nel quale la guaina midollare apparentemente si arresta sino alla dilatazione terminale di essa clava, debbono, se non dal lato morfologico, dal lato almeno della funzione, esser considerate come analoghe alle incisure di Schmidt e di Lanterman.

E qui, senza riferire di nuovo quanto in altra parte esposi, rammenterò come gli istologi che hanno atteso allo studio de' corpuscoli pacinici abbiano recisamente negato che la guaina midollare accompagni il cilindrasse entro la clava per tutta la lunghezza di questa, e come abbiano date varie ma sempre false interpretazioni al doppio contorno che limita il cilindrasse entro la clava e che da molti era già stato notato.

Al pari della guaina midollare dei nervi spinali, quella della fibra nervosa dei corpuscoli dell'Herbst è formata non solo da mielina, ma anche da un apparecchio di sostegno (non peranco notato dagli osservatori) in forma di sottili fibrille nella cui trama è contenuta la mielina. Senonchè nell'interno della clava la mielina non riempie tutto il suo apparecchio di sostegno, e perciò al dintorno delle due masse brune già più volte menzionate, si trova una sottile zona, la quale presentasi leggermente fibrillare non solo quando la mielina fu disciolta dal cloroformio, ma altresì allorchè fu coll'acido osmico fissata.

Come nelle fibre spinali così pure nel tratto della fibra nervosa che scorre nell'asse della clava, si trovano de' nuclei proprî di essa fibra nervosa, circondati da un poco di protoplasma: e questi nuclei ed il loro protoplasma hanno col cilindrasse e colla guaina midollare rapporti analoghi a quelli che presentano nelle fibre degli ordinarî nervi spinali.

Anche de' nuclei e del protoplasma della fibra nervosa, non è fatto cenno da alcuno di quelli che fino ad oggi studiarono la sottile struttura de' corpuscoli pacinici.

Finalmente la guaina dello Schwann chiude all'esterno tutte questi parti e costituisce quel limite netto che nelle sezioni trasverse si osserva alla loro periferia.

Al dintorno della fibra nervosa modificata nel modo che si è detto, trovasi nella clava un tessuto nuovo che per la sua costituzione serve di sostegno ad essa fibra nervosa ed insieme provvede all'attivo ricambio materiale che sembra dover essere necessario alla vita ed alla forte e delicata funzione di queste parti. Tale apparecchio, il quale non è che un rappresentante della guaina dell'Henle, è costituito presso a poco come un tessuto linfatico; vale a dire da un intreccio delicato di fibre sottili, fornito di cellule che col loro protoplasma, in forma di prolungamenti o di lamine, si appoggiano alle dette fibre. Nell'interno delle maglie di questo reticolo scorre, a quel che pare, solamente linfa; giacchè nè in condizioni normali, nè in condizioni patologiche mi accadde mai di osservare in esse degli elementi formati. A questo modo la terminazione nervosa, al pari delle fibre spinali e delle cellule nervose centrali, si trova come immersa in un liquido nutrizio che provvede alla sua attività nutritiva e funzionale.

Anche di questa parte della clava non era ben conosciuta la struttura normale, e perciò non si era ancora potuto confrontarla coi tessuti che accompagnano le fibre dei nervi spinali, e stabilire a quale di questi fosse da considerare analoga.

Tutto il contenuto della clava è chiuso da una parete sottile, formata da pochi

strati di connettivo a guisa di capsule vicinissime le une alle altre, anzi quasi fuse insieme e fornite di nuclei assai allungati.

Di questo tratto della clava un ultimo punto resta a rischiarare; cioè il modo come la fibra nervosa midollare che scorre nel corpuscolo passi nella clava, e ciò riguarda in particolare le due sezioni trasverse che si hanno al di sopra del colletto al principiar della clava. Le quali a mio parere possono ricevere una giusta interpretazione dal fatto che nel principio della clava, conformata a mo' dell'estremo di un ovoide, si avranno più in basso, e quindi compariranno prima nelle sezioni, quelle parti di essa clava che sono situate più all'esterno cioè a dire la parete della clava e il reticolo linfatico; poi anche quella specie di anello bruno che lungo la clava circonda le due masse brune rappresentanti la guaina midollare della fibra nervosa che scorre in essa.

La fibra nervosa che decorre nell'asse della clava, quando è vicina a terminare abbandona tutti i suoi elementi meno il cilindrasse, il quale si divide in fibrille più o meno numerose, che finiscono ciascuna in un piccolo rigonfiamento a mo' di bottone.

La terminazione del cilindrasse avviene dell'interno di una dilatazione a forma di fiaschettino, costituita dalla membrana del cilindrasse assai dilatata e ripiena di una sostanza molto trasparente e finissimamente granulosa in mezzo alla quale si sparpagliano le fibrille terminali. Come la fibra nervosa, così la sua terminazione è circoscritta e tenuta in posto dall'apparecchio di sostegno sopra descritto, il quale all'esterno è limitato dalla parete della clava che in questa parte mostrasi formata da un maggior numero di strati.

Per quanto ho detto di sopra non posso accordarmi col Jacubowtsch e col Ciaccio, i quali affermano la fibra nervosa de' corpuscoli pacinici finire in cellule particolari. Ed appoggiano la mia opinione non solo quei preparati ottenuti coi metodi che già da molto tempo si usano nella scienza (ad esempio le dilacerazioni), nei quali chiaro apparisce che i nuclei, a volte anche numerosi, i quali si rinvengono in corrispondenza del fiaschettino sono situati sempre al di fuori di questo o sopra o sotto, ma validamente la confermano altresì i metodi moderni più perfetti, pei quali su numerose sezioni fatte in serie complete e colorite coi mezzi più potenti di tinzione che la scienza possiede, mi è stato possibile dimostrare che nessun nucleo si trova mai nell'interno di quella dilatazione a mo' di fiaschettino ove la fibra nervosa del corpuscolo va a terminare.

Ed a questo proposito piacemi di notare l'accordo de' risultati delle mie osservazioni con quelli già ottenuti dal Krause e dal Ranvier (nei mammiferi) intorno al modo di terminazione del cilindrasse. Solo i metodi moderni più perfetti mi concessero di determinare con maggior precisione, anzi con tutta certezza, alcune particolarità risguardanti questo modo di terminazione, del quale reputo superfluo far notare l'analogia con altre terminazioni nervose già conosciute.

Da quanto ho esposto intorno alla struttura della parte essenziale de' corpuscoli del Pacini si può trarre alcune conclusioni generali che mi piace di ricapitolar qui, non solo perchè molto importanti per l'istologia normale, ma anche perchè esse sono la base sulla quale dovranno fondarsi i miei studî di patologia sperimentale.

Queste conclusioni sono:

La fibra nervosa percorre la clava provvista sino alla sua terminazione di tutti gli elementi di una fibra dei nervi spinali; solo alcuni di questi sono alquanto modificati. Essa fibra termina in fibrille primitive rigonfiate ai loro estremi, e non è in rapporto con nessuna cellula speciale, fuori delle cellule che accompagnano ogni fibra nervosa spinale. È tenuta in posto da un tessuto reticolare il quale provvede insieme alla sua nutrizione, e che può esser paragonato alla guaina di Henle dei nervi spinali.

Perciò nella clava, tanto per l'istologia quanto per la patologia si debbono distinguere due parti: l'una formata da una fibra nervosa simile alle fibre nervose spinali, l'altra da un apparecchio di sostegno e di nutrizione, che indirettamente fa parte di essa fibra. E che il contenuto della clava sia di natura nervosa, benchè già chiaramente provato da' miei studî d' istologia normale, è confermato altresì dai fatti sperimentali che riporterò nel seguente capitolo, dai quali sarà dimostrato che la lesione del tronco nervoso da cui partono le fibre che vanno ai corpuscoli del Pacini, induce nella clava di questi corpuscoli dei fenomeni di degenerazione e di rigenerazione del tutto paragonabili a quelli che si riscontrano nelle fibre dei nervi spinali.

II. Alterazioni sperimentali dei corpuscoli pacinici degli uccelli.

Piuttosto ristretto è il numero degli animali (10) da me sacrificati per le ricerche di patologia sperimentale, e ciò per due ragioni. L'una si è che non essendo ancora stabilito in Bologna un laboratorio di patologia generale, non mi fu possibile di tenere ad un tempo molti animali; l'altra che tali ricerche esigendo per ciascun caso uno studio accurato e lungo, riesce difficile di moltiplicarle quanto si desidererebbe.

I dieci polli operati furono uccisi tutti a vario tempo dopo l'operazione, cioè uno dopo un giorno e mezzo e gli altri dopo 3, 5, 8, 13, 24, 40, 48, 82, 93 giorni.

Di questi dieci polli sette destinati allo studio della degenerazione furono operati di excisione di quasi due centimetri del tronco del nervo ischiatico; gli altri tre, riserbati allo studio della rigenerazione, furono operati di semplice incisione per ottenere più pronta la ricostituzione delle parti distrutte per la degenerazione.

Tanto l'uno quanto l'altro di questi atti operatorî si compie colla massima facilità. Si spenna la coscia dell'animale nella sua metà inferiore posteriore, indi si incide longitudinalmente la pelle per lo spazio di circa tre o quattro centimetri sino al cavo popliteo seguendo lo spazio intermuscolare: col manico del coltello si allontanano i muscoli fra di loro e così si mette allo scoperto il fascio vascolo-nervoso della coscia: si passa un ago del Deschamp al disotto del tronco dell' ischiatico, poi o lo si incide con un colpo di forbice o se ne asporta un pezzo di quella lunghezza che si vuole: per ultimo si chiude la piccola ferita della pelle mercè punti di sutura. Questo atto operatorio, che si può eseguire con tutta celerità e senza maltrattare le parti, non produce mai effetti dannosi sull'organismo degli animali, che continuano a mangiare di buon appetito e dopo pochissimi giorni presentano

già cicatrizzata la piccola soluzione di continuo. Si hanno nell' arto operato, subito dopo il taglio dell' ischiatico, fenomeni di paralisi tanto del moto quanto del senso.

L'arto paralitico, dopo un certo spazio di tempo, si mostra (come è già noto) un po' atrofico, e in rispondenza dell'articolazione della gamba col tarso, nel punto che struscia contro il terreno durante il cammino, presenta un'ulcerazione a bordi molto infiltrati, la quale finisce col guarire allorchè l'animale ha appreso a tener sollevata la gamba paralitica mettendo a forte contributo l'azione de' muscoli della coscia del lato sano e poggiando le ali sul suolo.

Negli animali lasciati a lungo in vita al fine di studiarvi possibilmente il processo di rigenerazione, dopo un certo spazio di tempo l'arto operato riprende la sua motilità; ma dapprima in modo assai incompleto, cosicchè gli animali poggiano in terra il dorso della zampa anzi che la sua parte plantare, in modo che il primo strusciando di continuo sul terreno finisce coll'ulcerarsi.

Anche la sensibilità ritorna nell'arto operato, ma imperfettamente; poichè ad esempio pizzicottando le dita del piede di quel lato sul quale fu praticato l'esperimento, solo di rado si determinano dei movimenti reflessi. Al contrario moti riflessi molto vivi si destano nelle dita del piede del lato operato quando si pizzica il lato sano: dal che si sarebbe indotti a credere che la motilità si ristabilisca più presto che la sensibilità.

Delle modificazioni macroscopiche della pelle, de' muscoli e delle ossa della gamba operata non ne terrò discorso, perchè furono già largamente studiate in altri animali dal Mantegazza, dal Fischer, dal Reit, dall'Ughetti. Anche lascierò da parte la descrizione macroscopica di quel tessuto che già dopo poco tempo congiunge i due monconi del nervo tagliato; perchè di questo pure hanno discorso quanti attesero allo studio dei fatti che susseguono alla recisione dei nervi. Invece cercherò di descrivere colla maggiore esattezza possibile i fatti degenerativi e rigenerativi che si compiono nei corpuscoli pacinici in seguito al taglio del nervo ischiatico.

Ma prima piacemi di far notare che intorno alle alterazioni sperimentali dei corpuscoli pacinici non conosco altri studî che quelli del Krause e del Ciaccio.

Il Krause sperimentò sopra la scimmia e la colomba, e conchiuse che tagliando i nervi che si distribuiscono ai corpuscoli pacinici di questi animali, la clava non appalesa alcun segno di alterazione, laddove la fibra nervosa spettante a ciascun corpuscolo dà a vedere delle alterazioni simili a quelle che accadono nelle singole fibre dei nervi spinali dietro la loro sezione.

Il Ciaccio sperimentando sul gatto ha pienamente confermato le conclusioni del Krause, e ne ha tratto argomento per convalidare la sua opinione che la clava dei corpuscoli pacinici sia di sostanza totalmente diversa da quella onde si compone la fibra nervosa.

Ora passerò senza altro ad esporre quello che mi fu dato di osservare su tale argomento.

In quanto ad alterazioni macroscopiche, nei corpuscoli pacinici separati dai centri nervosi non ho notato altro che un leggier grado d'impiccolimento verificantesi dopo un tempo piuttosto lungo.

Per la parte microscopica noterò anzitutto che, come si verifica nelle fibre dei

nervi spinali, così nei corpuscoli i fatti regressivi che succedono alla sezione del nervo ischiatico non incominciano contemporaneamente e non si rinvengono nello stesso grado in tutti i corpuscoli; tanto che nei polli uccisi non molti giorni dopo l'atto operatorio, è frequentissimo di trovare allato a corpuscoli che già presentano in un grado abbastanza rilevante i primi fenomeni della degenerazione, altri i quali sono ancora del tutto o quasi del tutto normali. Anzi una volta in un corpuscolo con due clave (come non rarissimamente si riscontra per divisione o della fibra nervosa entro il corpuscolo o della clava stessa) mi è accaduto di osservare, l'una delle clave non peranco mutata punto dalle condizioni normali, e l'altra per contro già in via di degenerazione. Gli è solo dopo un certo spazio di tempo che i fatti degenerativi si presentano in tutti i corpuscoli, benchè in differente grado.

Questi fatti degenerativi, come è naturale, si riscontrano in ognuna di quelle parti del corpuscolo che sono una diretta continuazione dei varî costituenti della fibra nervosa che va ad esso corpuscolo, cioè nel cilindrasse, nella guaina midollare, nei nuclei e nel protoplasma della fibra nervosa. Ma alcune modificazioni si verificano eziandio nel reticolo linfatico che circonda queste parti e che serve alla loro nutrizione e al loro sostegno.

Rispetto a quel tratto di fibra nervosa che decorre dal principio del corpuscolo al principio della clava, in esso i fatti degenerativi sono del tutto identici a quelli che furono già da altri descritti nelle fibre dei nervi spinali; per cui non mi occuperò se non di quello che interviene nella clava.

Uno dei fatti che primo si rileva con molta facilità ed evidenza, riguarda quel nucleo che nella clava risponde al nucleo proprio della fibra nervosa, e del quale ho già altrove accennata la grande importanza tanto per l'istologia quanto per la patologia de' corpuscoli pacinici. Questo fatto consiste in un notevolissimo ingrossamento di esso nucleo, il quale, già solo tre giorni dopo il taglio dell'ischiatico, apparisce di volume quasi doppio del normale e con intorno una maggior quantità di protoplasma; come si può vedere confrontando la fig. 16, *d* presa da un corpuscolo normale colla fig. 34, *b* presa da un corpuscolo di una gallina operata da tre giorni.

Insieme coll'ingrossamento di questo nucleo incominciano dei fenomeni regressivi tanto nel cilindrasse quanto nella guaina midollare che lo accompagna entro la clava.

I primi fatti che accadono nella guaina midollare consistono in ciò, che laddove la mielina in condizioni normali si limita alle due masse brune che stanno ai lati del cilindrasse, essa nei corpuscoli in via di degenerazione si stende anche in quella parte dell'apparecchio di sostegno che prima non conteneva mielina, e qua e là si raccoglie in gocciole (fig. 33, *a*) di varie dimensioni che spiccano vivamente (annerite dall'acido osmico) tanto nei preparati per dilacerazione (fig. 29, *a*) quanto nei tagli dei corpuscoli trattati con acido osmico e carminio.

In quanto all'apparecchio di sostegno della mielina, le sezioni trasverse di corpuscoli trattati con liquido del Müller ed ematossilina, ci fanno vedere che mentre la mielina si espande e si conforma a grosse gocciole, esso apparecchio di sostegno perde quelle regolari striature concentriche che presenta in condizioni normali, ed invece apparisce quasi come un reticolo le cui maglie vanno allargandosi per successiva

distruzione delle sue trabecole (trentasei ore, 5 ed 8 giorni dopo il taglio dell'ischiatico. Vedi le fig. 37, 38, 39, *a*).

Le alterazioni del cilindrasse incominciano anche esse molto presto: infatti le si osservano in qualche corpuscolo già solo quaranta ore dopo il taglio dell'ischiatico. Queste alterazioni da prima non sono altro che delle semplici modificazioni della forma, le quali consistono in ciò che il cilindrasse o si dispone in qualche tratto a spirale, oppure (e questo verificasi più spesso) mostra qua e là degli strozzamenti che comprendono fra loro dei pezzi o di aspetto normale od alquanto dilatati in forma di vere e proprie varicosità. In corrispondenza di questi strozzamenti il cilindrasse, in sezioni trasverse colorate coll'ematossilina, apparisce di figura rotonda e di aspetto granuloso: in corrispondenza delle varicosità mostrasi coll'aspetto di una chiazza di color violetto pallido.

A queste prime modificazioni tengono dietro dei fenomeni distruttivi più profondi, i quali non sono altro che una continuazione dei primi e consistono in uno spezzettamento del cilindrasse (5 ed 8 giorni dopo il taglio), in una distruzione granulare delle varie parti risultanti dallo spezzettamento (8 e 13 giorni dopo il taglio).

Tutti questi fatti relativi al cilindrasse, possono benissimo seguirsi in sezioni trasverse e longitudinali di corpuscoli indurati col liquido del Müller prima, poi coll'alcool, e tinti coll'ematossilina. Anche le sezioni di corpuscoli trattati con acido osmico e carminio ci danno un' idea dei fatti distruttivi che avvengono nel cilindrasse; perchè ci mostrano la scomparsa dello spazio chiaro che in condizioni normali ci rappresenta esso cilindrasse, e la successiva invasione di questo spazio per le masse di mielina e pel protoplasma che sta attorno al nucleo della fibra nervosa. Invece i preparati per dilacerazione ci fanno vedere solamente che il fiaschettino pochi giorni dopo il taglio dell'ischiatico (13), già apparisce vuoto, colle pareti raggrinzite e con molti nuclei nel tessuto che lo circonda (fig. 29, *b*, *d*; fig. 30, *b*).

Intanto mentre procedono le fasi distruttive del cilindrasse, la mielina della quale già ho descritte le prime modificazioni, si raccoglie qua e là in punti limitati della clava, i quali, in preparati ottenuti per delacerazione, si presentano come varicosi (fig. 32, *a*). In sezioni trasverse questi tratti di clava si veggono pieni di goccie di mielina variamente grosse, e sono separati da tagli nei quali questa sostanza è quasi scomparsa.

Questo processo di distruzione della guaina midollare, che come quello del cilindrasse termina colla totale scomparsa della mielina e del suo apparecchio di sostegno, non accade col concorso dei globuli bianchi come è stato descritto nelle fibre dei nervi spinali (Tizzoni, Ranvier); ma par che si compia semplicemente per una modificazione della mielina per la quale essa rendasi atta ad esser portata via dagli abbondanti succhi nutrizî. Infatti, non mi accadde mai, per quanta attenzione vi ponessi, di trovare dei globuli bianchi nell'interno della fibra nervosa o nel tessuto reticolare che la circonda, come è dato di trovarne nelle fibre dei nervi spinali in via di degenerazione.

Mentre si compiono i fenomeni ora descritti della distruzione del cilindrasse e della guaina midollare, incominciano de' fatti di proliferazione del nucleo proprio di essa fibra nervosa. Questo nucleo, come ho già detto, quasi subito dopo il taglio

del nervo ischiatico incomincia ad ingrossare, in modo che dopo poco tempo (3, 5, 8 giorni) apparisce notevolmente ingrandito. Ma quando la distruzione del cilindrasse e della guaina midollare è presso che compiuta (8, 13 giorni), allora nella parte già occupata dal cilindrasse e dalla guaina midollare si può vedere due o tre nuclei di un colore molto vivo, bastonciniformi, assai allungati, disposti l'uno dopo l'altro, coll'asse maggiore diretto secondo l'asse della clava o alquanto obliquamente, come si rileva benissimo nelle sezioni longitudinali e trasverse di corpuscoli trattati sia con acido osmico e carminio, sia con liquido del Müller ed ematossilina.

Che i nuclei ora descritti derivino da proliferazione del nucleo proprio della fibra nervosa, oltrechè dal precedente ingrossare di questo, è provato anche dal fatto che sempre è possibile in serie complete di tagli trasversi rinvenire una sezione nella quale, al davanti di esso nucleo molto grosso e circondato da molto protoplasma, vedesi almeno uno di questi nuclei allungati che par cammini verso l' asse della clava (fig. 35, *a*, *b*). Ma se da principio questi nuclei allungati certo provengono esclusivamente dalla proliferazione del nucleo proprio della fibra nervosa, in processo di tempo essi medesimi ingrossano e si dividono. Infatti, già 13 giorni dopo il taglio dell' ischiatico, nell' interno della clava si hanno tre o quattro di tali nuclei, dopo 24 giorni se ne rinvengono in maggior numero e persino due in una medesima sezione trasversa, dopo 40 giorni si trovano qua e là per tutta la lunghezza della clava degli ammassi di quattro o cinque di questi nuclei (fig. 41, *a*; fig. 42, *a*), alcuni dei quali presentano segni di quel particolar modo di divisione per primo notato dal Tizzoni; cioè mostrano un leggiero strozzamento trasverso in rispondenza del quale si rileva come una linea chiara che li taglia per mezzo (fig. 35, *c*). In questi nuclei in divisione per quanto abbia osservato con buone lenti ad immersione (Zeiss imm. omogenea $^1/_{18}$ di pollice) non ho mai potuto rilevare, coi metodi di preparazione da me impiegati, i fenomeni di cariocinesi dal Flemming e da altri descritti nei nuclei in divisione.

Insieme colla moltiplicazione de' nuclei verificasi, come ho già accennato, un considerevole aumento del protoplasma che circonda il nucleo della fibra nervosa. Questo protoplasma va ad occupare il posto rimasto vuoto per la distruzione del cilindrasse e della guaina midollare, cosicchè la clava dei corpuscoli si muta in un cordone protoplasmatico con nuclei allungati, a somiglianza di quello che in identiche condizioni interviene nelle fibre dei nervi spinali (fig. 35, *a*).

Questi i fatti che avvengono nella parte essenzialmente nervosa del corpuscolo: ma anche nel tessuto reticolare che quella sostiene e nutrisce, in seguito al taglio dell'ischiatico si hanno delle modificazioni le quali possono brevemente riassumersi così: dapprima si fa liscio, quasi ialino, il protoplasma che circonda i grossi nuclei rotondi di questo apparecchio di sostegno della fibra nervosa, e contemporaneamente verificasi una dilatazione nelle maglie del reticolo onde esso apparecchio è composto (fig. 37, *b*, *c*); dilatazione che in certi punti pare invada anche una piccola zona di quel tessuto che sta fra le capsule esterne e la clava (fig. 36, 37, *d*). Più tardi (13 giorni) i nuclei allungati che giacciono sulla trama di esso reticolo incominciano ad ingrossare e presentano qualche segno di divisione che si estende anche ai nuclei della parete della clava (fig. 40, *b*).

Terminato il processo degenerativo hanno luogo nell'interno della clava alcune modificazioni, che precedono il periodo rigenerativo propriamente detto, a similitudine di quanto avviene nelle fibre dei nervi spinali. Peraltro, e ciò è facile a comprendere, i due periodi di degenerazione e di rigenerazione non sono così nettamente distinti come si espongono per comodo di studio: ordinariamente il primo di questi processi non è ancora terminato che l'altro incomincia. Inoltre, come il processo degenerativo così quello rigenerativo non si trova mai allo stesso grado in tutti i corpuscoli; per cui di solito in un medesimo animale, esaminando varî di questi piccoli organi è possibile di sorprendere diversi stadî di questo processo. Il quale sempre è contemporaneamente incominciato e progredito anche nel moncone periferico dell'ischiatico, come per ogni caso si è potuto rilevare studiando per dilacerazione qualche ramo di esso nervo.

Il periodo preparatorio a cui ho di sopra accennato consiste in ciò, che scompaiono i nuclei allungati i quali avevano invaso l'interno della fibra nervosa, e si riduce e si modifica il protoplasma che riempiva buona parte di quella.

Tali fatti sono accompagnati da alcuni mutamenti dell'apparecchio di sostegno della fibra nervosa, e specie delle cellule a nuclei grossi e rotondi che formano due serie ai lati di questa. Tali cellule, che durante il periodo degenerativo hanno il protoplasma più liscio e più trasparente che nelle condizioni normali, nel periodo rigenerativo mostrano un forte aumento di questo protoplasma, il quale si spinge verso l'asse della clava e così va ad occupare il posto lasciato dalla distruzione de'nuclei e dal ridursi del protoplasma della fibra nervosa (fig. 43, *b*; fig. 44, *b*). E tale riduzione del protoplasma della fibra nervosa, alcune volte incontra di osservarla così avanzata che non ne resta più (in sezione trasversa) se non una sottilissima striscia interposta al protoplasma dei nuclei laterali (fig. 44, *a*), mentre ancora si trovano lungo la clava uno o due dei nuclei allungati, ma atrofici e compresi in uno spazio chiaro (fig. 43, *a*). Quando questo processo ha raggiunto il suo maximum, allora in sezioni trasverse le grosse cellule laterali dell' apparecchio di sostegno, provviste ancora di protoplasma assai trasparente, occupano buona parte della clava, verso l'asse della quale sono separate da una linea sinuosa formata da granuli minuti. Questa sottile linea scura e granulosa che separa le cellule laterali dell'apparecchio di sostegno della fibra nervosa, va successivamente ingrossando e facendosi più fortemente granulosa (fig. 46, *a*), in modo che le cellule laterali per questo ingrossare della massa centrale vengono ad essere di nuovo spinte alla periferia della clava. Allora, in sezioni trasversali, si ha nel centro della clava una massa rotonda, piena di granuli di varie dimensioni, che non si sciolgono nel cloroformio, e si colorano in violetto pallido coll'ematossilina (fig. 47, *a*). La massa in discorso raggiunge tali dimensioni che a un di presso occupa nella clava lo spazio già tenuto dalla fibra nervosa.

Da questo momento ha principio il vero periodo rigenerativo.

In questo periodo si ha dapprima che la massa centrale comincia a mostrare un certo ordinamento de' granuli onde essa è composta, in modo che in sezioni trasverse di corpuscoli trattati col liquido del Müller e coll'ematossilina, mentre prima appariva irregolarmente granulosa, dappoi la si vede costituita come da tante lineette

separate da sottili spazî chiari, dirette alcune quasi trasversalmente, altre oblique alle prime, a mo' di raggi (fig. 48, *a*). Più tardi queste linee tendono ad assumere un aspetto concentrico, e per ultimo si dispongono appunto in maniera che essa massa centrale finisce col mostrarsi concentricamente striata a somiglianza di quella che si rinviene al dintorno del cilindrasse di corpuscoli normali: solo appariscono un po' più larghi del normale gli spazî che restano fra queste strie.

Mentre nell'insieme della massa centrale avvengono i mutamenti ora descritti, cominciano a differenziarsi nel suo interno de'grossi granuli che si colorano coll'ematossilina e col carminio, e che in generale hanno il medesimo aspetto delle sezioni trasverse delle fibrille in cui il cilindrasse di corpuscoli normali si sfiocca entro il fiaschettino. Questi granuli, ora sono molto piccoli e disposti irregolarmente per quasi tutta l'estensione della massa centralo (fig. 49, *a*; fig. 50, *a*), ora sono un po' più grossi e circoscritti da uno spazio chiaro (fig. 51, *a*), ora finalmente sono assai più grossi, situati nel centro di questa massa, e ridotti di numero sino a tre, a due, ed anche solo ad uno (fig. 52, 53, 54, *a*). Essi appariscono in modo identico, tanto nei preparati con ematossilina, quanto in quelli con acido osmico e carminio, nei quali sono colorati in rosso scuro e giacciono in mezzo ad una massa giallo-bruna; sono più numerosi e più piccoli quando sono minori le trasformazioni della massa centrale; sono in minor numero e più grossi quando sono più avanzate le trasformazioni di essa massa. Tali granuli, esaminando varî tagli trasversi di uno stesso corpuscolo, si trovano in ogni sezione, ma non in egual numero e positura; tanto che si è indotti a concludere che i sottili filamenti dei quali questi granuli rappresentano le sezioni ottiche abbiano nell'interno della clava una direzione irregolare, e forse siano in qualche punto interrotti.

Nelle fasi ultime di questo processo di rigenerazione ho trovato nel centro della clava il cilindrasse di forma o rotonda o allungata (fig. 54, 55, 56, 57, *a*), sempre più piccolo del cilindrasse normale, circondato, nelle preparazioni con ematossilina, da una zona a strie concentriche più o meno serrate: nelle preparazioni con acido osmico e carminio ora posto in mezzo ad una massa sottilmente granulosa sprovvista di mielina, ora invece fiancheggiato dalle due masse brune a mo' di alette di farfalla, le quali come nei corpuscoli normali rappresentano la guaina midollare della fibra nervosa scorrente entro la clava.

Il fatto che il cilindrasse rigenerato è più piccolo che in condizioni normali, si verifica altresì in quel tratto di fibra nervosa che precede la clava, dove pure si trova il cilindrasse di dimensioni assai minori del normale (fig. 20, *a*; fig. 45, *a*).

Dalle cose quì esposte intorno ai fatti che hanno luogo nei corpuscoli pacinici in seguito al taglio del nervo ischiatico, chiaro apparisce come nelle varie parti costituenti la fibra nervosa di questi organi avvengono fenomeni di distruzione e di rigenerazione, analoghi a quelli che si riscontrano nelle fibre dei nervi spinali dietro il taglio di questi. E considerando i fatti degenerativi in modo generale, si vede che questi conducono alla distruzione del cilindrasse e della guaina midollare, alle quali parti si sostituiscono dei nuclei allungati provenienti dalla proliferazione del nucleo proprio della fibra nervosa, nonchè il protoplasma di questo nucleo, considerevolmente aumentato in volume.

In questo modo trasformatasi la fibra del corpuscolo in una fibra embrionale, essa presenta, dopo alcune mutazioni preparatorie, i fatti rigenerativi sopra descritti. I quali, a quanto sembra, hanno luogo quasi contemporaneamente e nella guaina midollare e nel cilindrasse. Della guaina midollare si riforma tanto l'apparecchio di sostegno quanto la mielina che di questo riempie la trama. La rigenerazione del cilindrasse ha luogo pel formarsi di fibrille separate e discoste le une dalle altre, le quali, in processo di tempo, riunendosi insieme nella parte centrale della fibra, costituiscono un corpo o cilindrico o schiacciato, che per molto tempo ha dimensioni assai minori del cilindrasse che fu distrutto dal processo degenerativo. Pare insomma che il cilindrasse, il quale in condizioni normali si sfiocca in fibrille solo al principio del fiaschettino, in corpuscoli in via di rigenerazione si sdoppi in fibrille già molto prima, di modo che queste si sparpagliano e decorrono in varî sensi entro la clava.

Intorno alla rigenerazione del fiaschettino nulla di preciso ho potuto rilevare.

I fatti sperimentali sopra esposti hanno, come ben si comprende, una grande importanza, non solo perchè sono nella scienza i primi fatti positivi intorno alle alterazioni che avvengono nei corpuscoli pacinici dietro il taglio del nervo cui essi appartengono, ma anche perchè ci confermano, se pur ve ne fosse bisogno, come buona parte del contenuto della clava non sia che una continuazione dei varî costituenti della fibra nervosa di ogni corpuscolo, e perchè dimostrano che le alterazioni indotte dal taglio dell'ischiatico nelle clave dei corpuscoli pacinici sono identiche a quelle che si rinvengono appunto, nelle stesse condizioni, nelle fibre dei nervi spinali. Inoltre questi fatti sperimentali hanno valore anche per un altro rispetto, cioè perchè possono servire come di base allo studio anatomo-patologico di essi corpuscoli pacinici, al quale studio è mio proposito di attendere non appena mi sarà dato di raccogliere materiale conveniente.

Intanto le conclusioni che possono trarsi dal presente lavoro sono:

Per l'istologia normale:

1. La fibra nervosa che decorre nell'interno de' corpuscoli dell'Herbst è costituita, sin presso alla sua terminazione, da tutte quelle parti onde si compone la fibra midollare che va ad essi corpuscoli.

2. Quella porzione di fibra nervosa che precede la clava dà a vedere in modo più appariscente dell'altra porzione che alla clava sta dentro di esser formata da tutte le parti che costituiscono la fibra nervosa afferente, dalla quale si differenzia soltanto per avere più corti i segmenti interanulari e più vicine tra loro le incisure dello Schmidt e del Lantermann.

3. La guaina midollare di questo tratto di fibra, arrivata presso alla clava, termina o con uno strozzamento del Ranvier o coll'estremo di un 'incisura dello Schmidt.

4. La fibra nervosa giunta al principio della clava, mostra un leggero strozzamento in forma di una specie di colletto, al quale prendono parte tutti gli elementi che costituiscono essa fibra.

5. La clava è formata da due parti: da una fibra nervosa continuazione di quella ora descritta, e da un apparecchio di sostegno.

6. La fibra nervosa che decorre nell'asse della clava consta, come la porzione che la precede, di cilindrasse, guaina midollare, nucleo e protoplasma della fibra

nervosa, guaina dello Schwann: solo alcune di queste parti, di fronte a quelle delle fibre nervose ordinarie, si presentano alquanto modificate.

7. Il cilindrasse a partire da un rigonfiamento che esso mostra avanti di prender parte al colletto su menzionato, perde la forma cilindrica ed assume quella di un nastrino.

8. La guaina midollare, meno spessa e meno evidente che nella porzione di fibra che precede la clava, è formata, come nelle ordinarie fibre nervose, da un apparecchio di sostegno e da mielina.

9. L'apparecchio di sostegno si estende dal cilindrasse alla guaina dello Schwann, e in sezioni trasverse di corpuscoli ha l'apparenza di sottilissime strie concentriche.

10. La mielina non riempie tutto l'apparecchio di sostegno, ma si limita a rivestire i due lati più larghi del cilindrasse, lasciandone scoperti i due margini, in corrispondenza dei quali viene così a costituire due specie di incisure longitudinali, che si continuano per tutta la clava sino alla divisione terminale del cilindrasse, dove la guaina midollare si arresta.

11. Queste due incisure se non dal lato morfologico, dal lato della funzione almeno, possono essere considerate come analoghe alle incisure dello Schmidt e del Lantermann.

12. Anche nell'interno della clava la fibra nervosa è provvista di nucleo: questo ha forma presso a poco ovoidale, possiede un nucleolo brillante, sta fra la guaina midollare e quella dello Schwann a varia distanza dal principio della clava, col suo diametro più lungo in direzione più o meno perpendicolare al diametro maggiore del cilindrasse, ed è circondato da poco protoplasma che sotto forma di due alette abbraccia più o meno la guaina midollare.

13. La guaina dello Schwann, dopo essersi ristretta in corrispondenza del colletto di cui si è discorso avanti, per seguire il restringimento di tutta la fibra nervosa, si continua nell'interno della clava al dintorno della guaina midollare, e costituisce quel limite netto che in sezioni trasverse si osserva alla periferia di questa guaina.

14. L'apparecchio di sostegno che sta al dintorno della fibra nervosa ora descritta e che provvede eziandio all'attivo ricambio materiale di essa, apparisce analogo ad un reticolo linfatico, ed è costituito da una trama di fibrille comprendenti fra loro delle maglie di varie dimensioni, e da cellule ramose. Di queste cellule, hanno nuclei allungati e poco protoplasma al dintorno quelle che sono sparse irregolarmente qua e là sulla trama suddescritta, hanno per contro nuclei grossi rotondi e maggior quantità di protoplasma altre di queste cellule disposte in due serie lungo la fibra nervosa, in corrispondenza dei margini del cilindrasse.

15. Tutto il contenuto della clava è limitato all'esterno da una parete costituita da pochi strati sottili di connettivo con nuclei molto allungati.

16. Verso la sua terminazione la fibra nervosa abbandona la massima parte delle sue guaine e finisce in un rigonfiamento a mo' di fiaschettino.

17. Questo è costituito di una parete, continuazione della membrana del cilindrasse, e da un contenuto finamente granulare, entro il quale il cilindrasse si

divide e subdivide in fibrille, che terminano ciascuna in un rigonfiamento a mo' di bottoncino. Quando il cilindrasse si divide in molte fibrille, queste si allontanano poco le une dalle altre, e nell'insieme assumono l'aspetto di un piccolo ombrello.

18. Nell'interno di questa dilatazione terminale della fibra nervosa, qualunque sia il metodo di preparazione impiegato, non si trovano mai nè nuclei nè resti di nuclei.

19. Questa dilatazione terminale, come il rimanente della fibra nervosa della clava, è circondata dal tessuto reticolare sopra descritto.

20. All' esterno di questo reticolo si ha la solita parete, che in questa parte sembra costituita da un maggior numero di strati.

Per la patologia sperimentale:

1. Il processo di degenerazione e rigenerazione che in seguito al taglio dell'ischiatico invade il tronco periferico di questo, si estende sino ai corpuscoli dell'Herbst.

2. Tanto il processo degenerativo quanto quello rigenerativo, non cominciano contemporaneamente e non si rinvengono nel medesimo grado in tutti i corpuscoli di uno stesso animale.

3. I fatti degenerativi che intervengono nei corpuscoli pacinici, tanto nella porzione di fibra nervosa prima della clava, quanto nella porzione che occupa l' asse di questa, sono in generale simili a quelli che in identiche condizioni riscontransi nelle fibre dei nervi spinali.

Per quanto riguarda propriamente la clava abbiamo:

4. Il cilindrasse si distrugge per ispezzettamento e successiva disgregazione in granuli.

5. La mielina si espande per tutto il suo apparecchio di sostegno, qua e là si raccoglie in gocciole di varia grossezza che danno alla clava l'aspetto varicoso, e per ultimo, senza concorso di globuli bianchi, è riassorbita.

6. La trama di sostegno della mielina dapprima presenta dilatazione delle sue maglie, poi scompare completamente pel graduale distruggersi delle sue trabecole.

7. Il fiaschettino entro al quale termina il cilindrasse, si vuota quasi interamente del suo contenuto, e comparisce colla parete tutta raggrinzita e con attorno buon numero di nuclei.

8. Mentre si compiono questi fatti distruttivi che conducono alla scomparsa di alcuni elementi della fibra nervosa, incomincia la proliferazione del nucleo di questa fibra e l' aumento del protoplasma che gli sta attorno; in modo che avvenuta la distruzione completa del cilindrasse e della guaina midollare, l'interno della fibra nervosa viene ad essere occupato da protoplasma e da molti nuclei allungati, disposti secondo l'asse della clava; questi presentano quegli stessi fenomeni di divisione che osservansi nei nuclei delle fibre dei nervi spinali dopo il taglio di questi.

9. Nel tessuto reticolare che circonda la fibra nervosa entro la clava, al principio del processo degenerativo si osserva una dilatazione delle maglie onde esso reticolo è composto, dilatazione che alcune volte si estende altresì ad una piccola zona di quel tessuto che separa la clava dalle capsule esterne: più tardi vi si riscontra ingrossamento e proliferazione dei nuclei che stanno sulla trama di questo tessuto reticolare, sia di quelli rotondi, sia di quelli allungati. Questa proliferazione alcune volte arriva ad invadere i nuclei della parete della clava.

10. I fatti di rigenerazione che si svolgono nell' interno della clava, sono preceduti dalla riduzione del protoplasma e dalla scomparsa della massima parte dei nuclei che occupano l'interno della fibra, nonchè dal contemporaneo ingrossamento di quelle cellule a nuclei rotondi che appartengono al tessuto reticolare di sostegno di essa fibra, e che stanno ai suoi lati disposte in due serie.

11. Dopo questi fatti, comparisce fra le due serie di cellule summenzionate una sostanza granulare la quale, aumentando gradatamente di quantità, ricaccia di nuovo le dette cellule verso la periferia della clava, in modo che fra queste si trova in ultimo una massa di sostanza granulare che occupa il posto e che ha circa le dimensioni della fibra nervosa precedentemente distrutta.

12. In seguito, mentre il contenuto di questa massa acquista una disposizione reticolare, che si avvicina sempre più a quella normale a misura che il processo di rigenerazione progredisce e mentre in questo reticolo avviene la neoproduzione di gocciole di mielina (rilevabili mercè l'acido osmico), si osserva in mezzo ad esso la comparsa di fibrille nervose in numero variabile, irregolarmente disposte, le quali in sezioni trasverse appaiono come granuli più o meno grossi, molto vivamente colorati col carminio e coll' ematossilina.

13. Queste fibrille, che sono identiche a quelle in cui si sfiocca il cilindrasse in corrispondenza della sua terminazione ne' corpuscoli normali, a misura che la rigenerazione procede, aumentano di grossezza, forse per la loro fusione, ed in ultimo si riuniscono nel centro della clava in uno o due fasci.

14. Alla fine, la fibra nervosa del corpuscolo, tanto prima della clava, quanto dentro di essa, acquista nelle varie sue parti tutti i caratteri istologici normali. Solo il cilindrasse ha dimensioni un po' minori e conserva spesso, anche nell' interno della clava, una forma cilindrica.

15. Intorno alla rigenerazione del fiaschettino non ho potuto rilevare alcun che di preciso.

Prima di finire adempio ad un obbligo di riconoscenza, ringraziando vivamente il prof. Emery che mi ha concesso cortese ospitalità nel suo laboratorio, ed il prof. Tizzoni il quale con bontà e sapienza ha diretto il presente lavoro.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Tavola I.

ISTOLOGIA NORMALE DEI CORPUSCOLI DELL'HERBST.

FIG. 1. *Fibra nervosa del corpuscolo prima della clava e suo passaggio nella clava stessa*; *a*, cilindrasse; *b*, guaina midollare; *c*, nucleo e protoplasma della porzione di fibra nervosa che precede la clava; *d*, restringimento del cilindrasse in corrispondenza del colletto di essa fibra; questo restringimento è meno marcato che nella figura 4, nella quale il cilindrasse è veduto di coltello; *e*, linea scura che fiancheggia il cilindrasse e che è data dalla guaina midollare; *f*, cilindrasse nell'interno della clava, veduto di faccia; *g*, sottile guaina midollare che accompagna il cilindrasse anche in questa parte; *h*, sostanza bruna granulosa che circonda la fibra nell'interno della clava; *i*, grossi nuclei rotondi che formano due file regolari alla periferia di questa sostanza bruna; *k*, parete della clava: *l*, porzione di questa parete che dalla clava si continua sulla fibra nervosa che precede la clava; *m*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne.

Colorazione con acido osmico e carminio, clava semplicemente separata dai suoi involucri ed osservata in glicerina: ingrandimento 600 diametri.

FIG. 2. *La stessa preparazione della fig.* 1, *esaminata nella parte di mezzo della clava*; *a*, cilindrasse più stretto che nella fig. precedente; *b*, guaina midollare; *c*, sostanza bruna che sta intorno alla fibra; *d*, serie di grossi nuclei laterali; *e*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: ingrandimento 600 diametri.

FIG. 3 *Lo stesso preparato delle figure* 1 *e* 2, *osservato nella porzione terminale della clava*; *a*, cilindrasse fattosi molto stretto, e accompagnato ancora dalla sottile guaina midollare; *b*, restringimento del cilindrasse in corrispondenza del quale si arresta la guaina midollare; *c*, dilatazione a forma di fiaschettino entro la quale finisce il cilindrasse; *d*, sostanza bruna che circonda la fibra nervosa, e che in questa parte ha i nuclei rotondi irregolarmente disposti; *e*, la stessa sostanza bruna che circonda il fiaschettino terminale; *f*, nuclei che si osservano in questa sostanza in corrispondenza del fiaschettino, ma situati in un piano focale differente da questo; *g*, parete della clava che in questa parte presenta un maggior numero di strati; *h*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: ingrandimento 600 diametri.

FIG. 4. *Fibra nervosa prima della clava e suo passaggio nell'interno di questa*; *a*, cilindrasse della porzione di fibra che precede la clava; *b*, guaina dello Schwann di questa fibra; *c*, rigonfiamento del cilindrasse che precede l'appiattirsi di questo; *d*, appiattimento del cilindrasse in corrispondenza del colletto della fibra nervosa; *e*, guaina dello Schwann che in corrispondenza del colletto segue l'assottigliarsi del cilindrasse; *f*, guaina dello Schwann che segue il cilindrasse nell'interno della clava; *g*, cilindrasse entro la clava osservato di coltello; *h*, sostanza gialliccia che circonda il cilindrasse; *i*, tessuto reticolare che serve di sostegno alla fibra nell'interno della clava; *k*, nuclei di questo tessuto situati al di sopra e al di sotto del cilindrasse stante la posizione della clava diversa da quella delle figure 1 e 2; *l*, nuclei allungati che si trovano sulle maglie di questo tessuto reticolare di sostegno; *m*, parete della clava; *n*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne.

Sezione longitudinale di un corpuscolo conservato nel liquido del Müller, indurito nell'alcool, tinto coll'ematossilina e quindi trattato col cloroformio ecc.: ingrandimento 600 diametri.

FIG. 5. *Porzione di mezzo di una clava tagliata longitudinalmente*: la sezione è caduta secondo la maggior larghezza del cilindrasse; *a*, cilindrasse; *b*, apparecchio di sostegno della guaina midollare privato della mielina; *c*, tessuto reticolare con nuclei rotondi posti di lato al cilindrasse; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: trattata e disegnata come la figura precedente.

Fig. 6. *Porzione terminale della clava tagliata longitudinalmente a*, cilindrasse ed apparecchio di sostegno della mielina, che l'accompagna fin presso la dilatazione entro la quale termina il cilindrasse; *b*, dilatazione a fiaschettino entro la quale si vedono due fibrille primitive in cui termina il cilindrasse; *c*, tessuto reticolare che serve di sostegno alla fibra e al rigonfiamento nel quale essa termina: in questa porzione i nuclei sono disposti irregolarmente; *d*, parete della clava; *e*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: trattata e disegnata come le figure 4 e 5.

Fig. 7. *Porzione di mezzo di una clava, nella quale il cilindrasse è veduto di coltello*; *a*, cilindrasse veduto di coltello e fiancheggiato da due sottili linee brune; *b*, sostanza bruna che circonda il cilindrasse; *c*, nuclei di questa sostanza i quali, per la posizione della clava si trovano al di sopra e al disotto del cilindrasse; *d*, parete della clava; *e*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: colorazione con acido osmico e carminio, clava separata dai suoi involucri, disegnata ad un ingrandimento di 600 diametri.

Fig. 8. *Modo di terminazione del cilindrasse nell'interno dei corpuscoli dell'Herbst*; *a*, cilindrasse veduto di coltello e fiancheggiato da due sottili linee brune; *b*, dilatazione a fiaschettino che ha per parete la continuazione della membrana del cilindrasse e nell'interno della quale si vede il cilindrasse sfioccato in fibrille primitive, che terminano ciascuna in un piccolo rigonfiamento a mo' di bottone; *c*, sostanza bruna con nuclei disposti irregolarmente la quale circonda la fibra nervosa; *d*, parete della clava formata da un certo numero di strati; *e*, tessuto intermedio: preparazione colorata con acido osmico e carminio; clava separata dai suoi involucri, osservata coll'obbiettivo ad immersione omogenea (Zeiss) $^1/_{18}$ di pollice, e disegnata ad un ingrandimento di 600 diametri.

Fig. 9. *Altro modo di terminazione del cilindrasse*; *a*, cilindrasse; *b*, dilatazione a fiaschettino entro la quale termina il cilindrasse dividendosi in fibrille che finiscono ciascuna in un rigonfiamento a mò di bottoncino; *c*, sostanza bruna che circonda la fibra nervosa; *d*, nuclei rotondi situati al disopra e al di sotto del cilindrasse; *e*, parete della clava; *f*, parete della clava che in corrispondenza della dilatazione terminale di questa apparisce costituita da un maggior numero di strati; *g*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: trattata, osservata e disegnata come la figura precedente.

Fig. 10. *Sezione trasversa di quella parte di fibra nervosa del corpuscolo che precede la clava*; *a*, cilindrasse circondato dalla guaina midollare piuttosto spessa e completa; *b*, guaina dello Schwann, che limita la fibra nervosa da quel tessuto che rimane fra essa e le capsule esterne: colorazione con acido osmico e carminio: ingrandimento 600 diametri.

Fig. 11. *Sezione trasversa di quella porzione della fibra nervosa del corpuscola che precede la clava, in corrispondenza di uno dei nuclei di questa fibra*; *a*, cilindrasse e guaina midollare; *b*, nucleo e protoplasma della fibra nervosa; *c*, tessuto che divide questa fibra dalle capsule esterne: trattata e disegnata come la figura precedente.

Fig. 12. *Sezione trasversa in corrispondenza del principio della clava*; *a*, cilindrasse e guaina midollare; *b*, spazio che separa la fibra dal tessuto reticolare di sostegno ad essa fibra: trattata e disegnata come le due figure precedenti.

Fig. 13. *Sezione trasversa successiva alla figura* 12; *a*, cilindrasse e guaina midollare; *b*, quella porzione periferica della guaina midollare, la quale è sprovvista di mielina; *c*, nuclei della fibra nervosa; *d*, tessuto reticolare di sostegno alla fibra nervosa; *e*, nuclei grossi rotondi di questo tessuto disposti in due serie ai lati della fibra nervosa; *f*, nuclei allungati che giacciono sulla trama di questo tessuto; *g*, parete della clava; *h*, tessuto intermediario alla clava e alle capsule esterne: colorata e disegnata come la figura precedente.

Fig. 14. *Sezione trasversa della clava ad un'altezza maggiore*; *a*, cilindrasse; *b*, quella porzione di guaina midollare che contiene mielina; *c*, parte rimanente della guaina midollare costituita solo dall'apparecchio di sostegno della mielina; *d*, tessuto reticolare di sostegno della fibra nervosa fornito de' suoi nuclei allungati e rotondi; *e*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: colorata e disegnata come la figura precedente.

Fig. 15. *Altra sezione trasversa della clava*; *a*, cilindrasse; *b*, porzione di guaina midollare provvista di mielina; *c*, porzione di guaina midollare non contenente mielina; *d*, *e*, *f*, come nella figura precedente: disegnata e colorata come la figura 14.

Fig. 16. *Sezione trasversa della clava in corrispondenza del nucleo della fibra nervosa*; *a, b, c*, come nella figura precedente; *d*, nucleo e protoplasma della fibra nervosa; *e*, tessuto reticolare e suoi nuclei; *f*, parete della clava; *g*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: trattata e disegnata come la figura precedente.

Fig. 17. *Sezione trasversa della clava in corrispondenza della dilatazione terminale di questa*, *a*, sezione del fiaschettino che ha nel suo interno la sezione delle due fibrille nelle quali si divide il cilindrasse; *b*, tessuto reticolare di sostegno della fibra nervosa; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne: trattata e disegnata come la figura 16.

Fig. 18. *Sezione successiva alla precedente*; *a*, fiaschettino terminale, nel quale si vede una fibrilla che si divide in due, ciascuna delle quali termina in un rigonfiamento; *b, c, d*, come nella fig. precedente.

Fig. 19. *Sezione trasversa della clava in corrispondenza del fiaschettino che in questo corpuscolo era assai grosso*; *a* sezione del fiaschettino, nel quale non si distinguono fibrille terminali; *b, c, d*, come nella fig. precedente.

Fig. 20. *Sezione trasversa di quella porzione della fibra nervosa del corpuscolo che precede la clava*; *a*, cilindrasse; *b*, spazio già occupato dalla guaina midollare; *c*, guaina dello Schwann; *d*, tessuto intermedio alla fibra nervosa e alle capsule esterne: Trattata e disegnata come la fig. 4.

Fig. 21. *Sezione successiva in corrispondenza del colletto della fibra nervosa*; *a*, cilindrasse; *b*, spazio già occupato dalla guaina midollare; *c*, guaina dello Schwann; *d*, principio del tessuto reticolare della clava; *e*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne.

Fig. 22. *Sezione successiva corrispondente al principio della clava*; *a*, cilindrasse fattosi nastriforme; *b*, apparecchio di sostegno della mielina meno regolare che nella sezione successiva, *c*, guaina dello Schwann; *d*, tessuto reticolare di sostegno alla fibra nervosa; *e*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne.

Fig. 23. *Sezione successiva*; *a*, cilindrasse; *b*, apparecchio di sostegno della mielina nella sua parte vicina al cilindrasse; *c*, porzione periferica di esso apparecchio meno fitto e meno regolare; *d*, guaina dello Schwann; *e*, tessuto reticolare; *f*, parete della clava; *g*, tessuto intermedio a questa e alle capsule esterne.

Fig. 24. *Sezione successiva*; *a*, cilindrasse; *b*, apparecchio di sostegno della mielina a disposizione regolare concentrica in tutta la sua estensione; *c, d, e*, come sopra.

Fig. 25. *Sezione trasversa della clava verso la sua metà*; *a*, cilindrasse; *b*, apparecchio di sostegno della mielina; *c, d, e*, come sopra.

Fig. 26. *Sezione trasversa della clava in corrispondenza del nucleo della fibra nervosa*; *a*, cilindrasse; *b*, tessuto di sostegno della mielina; *c*, nucleo e protoplasma della fibra nervosa; *d*, tessuto reticolare; *e*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne.

Fig. 27. *Sezione trasversa della clava in corrispondenza del fiaschettino entro il quale termina il cilindrasse*; *a*, fiaschettino entro il quale si vede la sezione trasversa delle fibrille terminali del cilindrasse; *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne.

Tavola II.

Istologia Patologica dei corpuscoli dell' Herbst.

A. — *Periodo di degenerazione.*

Fig. 28. *a*, porzione di fibra che precede la clava ridotta a fibra embrionale con molti nuclei e gocciole di mielina; *b*, fibra nell'interno della clava costituita da una massa bruna in mezzo alla quale non si distingue più il cilindrasse; *c*, grossi nuclei rotondi; *d*, parete della clava; *e*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Gallina uccisa 13 giorni dopo il taglio dell'ischiatico; clava trattata con acido osmico e carminio, separata dai suoi involucri ed osservata in glicerina: ingrandimento 600 diametri.

Fig. 29. *a*, contenuto della clava in vicinanza della sua terminazione: questo contenuto è dato da una massa bruna con gocciole di mielina; *b*, fiaschettino vuoto e colla parete aggrinzita: *c*, grossi

nuclei rotondi della clava; *d*, varî di questi nuclei accumulati al dintorno del fiaschettino; *e*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Tredici giorni dopo l'operazione; clava trattata e disegnata come sopra.

Fig. 30. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, come nella fig. precedente. Ventiquattro giorni dopo il taglio dell'ischiatico; clava trattata e disegnata come nella fig. 29.

Fig. 31. *a*, fibra nervosa della clava ridotta ad una massa granulare protoplasmatica con nuclei bastonciniformi; *b*, questi nuclei; *c*, uno di essi nuclei in divisione; *d*, tessuto reticolare di sostegno della fibra nervosa entro la clava, con nuclei in proliferazione; *e*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Quaranta giorni dopo l'operazione; sezione longitudinale di corpuscolo trattato con liquido del Müller, alcool, ematossilina ecc.; ingrandimento 600 diametri.

Fig. 32. *a*, varicosità della fibra nervosa nell'interno della clava: nelle varicosità si vedono raccolte delle goccie di mielina: *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Tredici giorni dopo l'operazione; clava trattata come la fig. 28 e disegnata ad un ingrandimento di 160 diametri.

Fig. 33. *a*, fibra nervosa ridotta ad una massa bruna con gocciole di mielina; *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Otto giorni dopo il taglio dell'ischiatico; sezione trasversa di corpuscolo trattato con acido osmico e carminio: ingrandimento di 600 diametri.

Fig. 34. *a*, fibra nervosa: il cilindrasse colorito col carminio è ancora integro: la mielina comincia a diffondersi; *b*, nucleo della fibra nervosa molto ingrossato; *c*, tessuto reticolare; *d*, parete della clava; *f*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Tre giorni dopo l'operazione: sezione trasversa come sopra.

Fig. 35. *a*, nucleo della fibra nervosa molto ingrossato; *b*, protoplasma di questa fibra colle sezioni trasverse di due nuclei allungati; *c*, masse brune o resti di guaina midollare ai quali si è interposto il protoplasma; *d*, tessuto reticolare con dilatazione delle sue maglie; *e*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio con dilatazione delle sue maglie in vicinanza della clava. Quaranta giorni dopo l'operazione: sezione trasversa come sopra.

Fig. 36. *a*, fibra nervosa entro la clava, nella quale si vede ancora il cilindrasse e l'apparecchio di sostegno della mielina; *b*, tessuto reticolare con dilatazione delle sue maglie; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne, con dilatazione delle sue maglie in vicinanza della clava. Quaranta ore dopo l'operazione: sezione trasversa di corpuscolo trattato con liquido del Müller ed ematossilina; ingrandimento 600 diametri.

Fig. 37. *a*, fibra nervosa entro la clava con resti di cilindrasse e con alterazioni avanzate dell'apparecchio di sostegno della mielina; *b*, tessuto reticolare con dilatazione delle sue maglie; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio con dilatazione delle sue maglie in vicinanza della clava. Quaranta ore dopo l'operazione: sezione trasversa come sopra.

Fig. 38. *a*, fibra nervosa impiccolita per la distruzione del cilindrasse e per l'avanzata alterazione dell'apparecchio di sostegno della mielina; *b*, tessuto reticolare colle sue maglie dilatate e colle cellule laterali molto grosse ed a protoplasma ialino; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Tre giorni dopo il taglio dell'ischiatico: corpuscolo trattato e disegnato come sopra.

Fig. 39. *a*, fibra nervosa della clava ridotta a fibra embrionale costituita da una massa granulosa in mezzo alla quale si vede la sezione trasversa di un nucleo allungato; *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Otto giorni dopo il taglio dell'ischiatico: trattato e disegnato come di sopra.

Fig. 40. *a*, fibra embrionale con sezione trasversa di due nuclei allungati; *b*, *c*, *d*, come nella fig. precedente. Quaranta giorni dopo il taglio: trattata e disegnata come sopra.

Fig. 41. *a*, fibra embrionale nella clava, con sezione trasversa di 4 nuclei; *b*, *c*, *d*, come nella fig. precedente.

Fig. 42. *a*, fibra embrionale con sezione di 4 nuclei allungati; *b*, cellule laterali dell'apparecchio reticolare di sostegno, molto grosse; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Quaranta giorni dopo il taglio dell'ischiatico: trattata e disegnata come sopra.

Fig. 43. *a*, fibra nervosa embrionale, nella quale non si rinvengono più che pochi nuclei; *b*, cellule laterali molto grosse; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Quaranta giorni dopo il taglio dell'ischiatico: trattata e disegnata come sopra.

B. — *Periodo di rigenerazione.*

Fig. 44. *a*, sottile linea sinuosa formata da sostanza granulare e che occupa nella clava il posto della fibra nervosa; *b*, cellule laterali del tessuto reticolare molto grosse, con protoplasma trasparente; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Cinquanta giorni dopo l'incisione dell'ischiatico: corpuscolo trattato con liquido del Müller ed ematossilina: sezione trasversa disegnata ad un ingrandimento di 600 diametri.

Fig. 45. *a*, fibra nervosa dell'interno del corpuscolo prima della clava, costituita dalla guaina di Schwann e dal cilindrasse molto sottile; *b*, tessuto intermedio alla fibra e alle capsule esterne. Novantatre giorni dopo l'incisione dell'ischiatico: sezione trasversa come sopra.

Fig. 46. *a*, massa granulosa che occupa il posto della fibra nervosa, divenuta già più abbondante che nella fig. 44; *b*, cellule laterali; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Ottantadue giorni dopo il taglio dell'ischiatico: sezione come sopra.

Fig. 47. *a*, massa granulare che occupa nella clava il posto della fibra nervosa e che è formata da granuli ancora molto radi; *b*, cellule laterali che cominciano ad essere ricacciate alla periferia e ciò per la massa granulosa centrale. Ottantadue giorni dopo il taglio: sezione come sopra,

Fig. 48. *a*, massa granulare che nella clava occupa il posto della fibra nervosa e nella quale comincia ad aversi una particolare disposizione del contenuto; *b*, cellule laterali del tessuto reticolare cacciate di nuovo alla periferia della clava; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Ottantadue giorni dopo il taglio dell'ischiatico: sezione trasversa trattata e disegnata come la fig. precedente.

Fig. 49. *a*, massa granulare che nella clava occupa il posto della fibra nervosa; essa contiene molti piccoli punti disposti irregolarmente e assai colorati dall'ematossilina: questi punti rappresentano la sezione di fibrille primitive del cilindrasse; *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Ottantadue giorni dopo il taglio dell' ischiatico: sezione trasversa come sopra.

Fig. 50. *a*, massa granulare che nella clava occupa il posto della fibra nervosa e che contiene, in mezzo ad una sostanza giallo-bruna, dei piccoli punti vivamente colorati col carminio, i quali rappresentano le sezioni di fibrille primitive del cilindrasse; *b*, apparecchio reticolare: *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Ottantadue giorni dopo il taglio dell'ischiatico: sezione trasversa di un corpuscolo trattato con acido osmico e carminio: disegnata ad un ingrandimento di 600 diametri.

Fig. 51. *a*, fibra nervosa della clava in via di avanzata rigenerazione: vi si osservano delle sezioni trasverse di piccoli cilindrassi, alcuni dei quali circondati da uno spazio chiaro: vi si vede anche l'apparecchio di sostegno della mielina, ma a disposizione poco regolare; *b*, tessuto reticolato della clava; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Novantatre giorni dopo l' incisione dell' ischiatico: sezione trasversa di corpuscolo trattato con liquido del Müller ed ematossilina, disegnata ad un ingrandimento di 600 diametri.

Fig. 52. *a*, fibra nervosa della clava rigenerata; vi si vedono due piccoli cilindrassi e l'apparecchio della mielina più regolare che nella figura precedente; *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Novantatre giorni dopo il taglio dell'ischiatico: sezione trasversa come sopra.

Fig. 53. *a*, fibra nervosa della clava rigenerata: vi si trovano due piccoli cilindrassi e l'apparecchio di sostegno della mielina, a disposizione più regolare che nella fig. precedente, ma a maglie meno serrate del normale; *b*, *c*, *d*, come nella fig. precedente. Novantatre giorni dopo l'operazione: taglio trasverso come sopra.

Fig. 54. *a*, fibra nervosa della clava rigenerata, con cilindrasse molto piccolo e rotondo e con apparecchio di sostegno della mielina a disposizione quasi identica alla normale; *b*, *c*, *d*, come sopra. Novantatre giorni dopo l'incisione dell'ischiatico: sezione trasversa come sopra.

Fig. 55. *a*, fibra nervosa rigenerata costituita da un piccolo cilindrasse nastriforme posto in mezzo ad una sostanza di aspetto granulare; *b*, grossi nuclei rotondi; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Novantatre giorni dopo l'incisione dell'ischiatico: sezione trasversa di corpuscolo trattato con acido osmico e carminio: ingrandimento 600 diametri.

Fig. 56. *a*, fibra nervosa della clava, rigenerata e del tutto simile ad una fibra normale; *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio. Novantatre giorni dopo il taglio dell'ischiatico: sezione trasversa di corpuscolo trattato con liquido del Müller ed ematossilina: ingrandimento 600 diametri.

Fig. 57. *a*, fibra nervosa rigenerata con cilindrasse e guaina midollare simili a quelli di una fibra normale; *b*, tessuto reticolare; *c*, parete della clava; *d*, tessuto intermedio alla clava e alle capsule esterne. Novantatre giorni dopo il taglio dell'ischiatico: sezione trasversa di un corpuscolo trattato con acido osmico e carminio: ingrandimento 600 diametri.

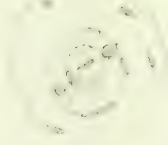



Fig. 28

Studî sui composti della serie del pirrolo.
Parte settima
I derivati dell'acido α carbopirrolico.
Memoria di G. L. CIAMICIAN e P. SILBER
approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 6 aprile 1884.

Nella presente Memoria descriviamo alcuni derivati dell'acido α carbopirrolico, il quale abbenchè sia già da lungo tempo conosciuto, pure non è stato finora sufficientemente studiato. In una Nota che abbiamo presentato a quest'Accademia poco tempo fa, abbiamo accennato ad alcune esperienze da noi eseguite, che ora siamo in grado di descrivere dettagliatamente.

1. Preparazione dell'acido α carbopirrolico dal pirrolo.

Per ottenere l'acido α carbopirrolico dal pirrolo, abbiamo tentato di introdurvi il carbossile riscaldandolo in tubi chiusi con una soluzione di carbonato ammonico, applicando così al pirrolo l'istessa reazione che servì a Sennofer e Brunner per introdurre il carbossile nei fenoli.

Si riscaldano in tubi chiusi a 130°-140°, 2 gr. di pirrolo con 8 gr. di carbonato ammonico e 10 gr. di acqua, per 6 e sino 10 ore. Il pirrolo non sparisce del tutto col riscaldamento: il contenuto dei tubi è formato perciò da uno strato oleoso di pirrolo inalterato e da un liquido acquoso nel quale è sciolto oltre all'eccesso di carbonato ammonico, il sale dell'acido carbopirrolico. Si notano ancora sospesi nel liquido alcuni cristalli di carbonato ammonico e piccole quantità di una materia nera e carbonizzata. La soluzione acquosa ha un colore giallo-bruno chiaro. Si versa il contenuto di tutti i tubi in una storta, che si riscalda a b. m. per allontanare la maggior parte del carbonato ammonico e del pirrolo; il liquido che resta indietro viene concentrato convenientemente, filtrato e dopo completo raffreddamento acidificato con acido solforico diluito.

Si agita rapidamente parecchie volte con etere per sottrarre al più presto l'acido carbopirrolico all'azione dell'acido solforico. Svaporando l'estratto etereo si ottiene una massa cristallina rosso-bruna che si fa cristallizzare alcune volte dall'alcool diluito. Da 35-40 gr. di pirrolo si ottennero in questo modo 13 gr. di acido carbopirrolico puro, che è in tutto identico a quello preparato da Schwanert dal mucato ammonico.

Il nostro prodotto fonde a 192°, se viene riscaldato in piccoli tubetti chiusi (¹); scomponendosi in acido carbonico ed in pirrolo. Per confermare l'identità del nostro acido con quello di Schwanert, abbiamo trasformato l'acido ottenuto dal pirrolo e quello preparato dal mucato ammonico, nell'etere metilico, ed abbiamo ottenuto in tutti e due i casi l'istessa sostanza che fonde a 73° e che descriveremo più sotto.

L'acido carbopirrolico preparato nel modo descritto diede all'analisi i seguenti numeri:

0,3690 gr. di sostanza diedero 0,7264 gr. di CO_2 e 0,1538 di OH_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_5H_5NO_2$
C	53,69	54,05
H	4,63	4,50

Se nella preparazione or descritta, si riscaldano i tubi sopra i 140°, si trovano nelle acque madri, ottenute nella cristallizzazione del prodotto dall' alcool diluito, piccole quantità di un acido che viene precipitato in soluzione acquosa, dall'acetato di piombo, e che potrebbe perciò essere identico all'acido β carbopirrolico, che si ottiene per azione dell'anidride carbonica sul composto potassico del pirrolo fondente. Sembra che riscaldando i tubi sopra 150° si formino quantità maggiori dell' acido che viene precipitato dall'acetato piombico, però non ci è stato possibile di continuare queste esperienze, perchè a temperature più elevate di 150° la maggior parte dei tubi non resistevano alla pressione.

2. Sopra alcuni sali ed eteri composti dell'acido α carbopirrolico.

Dei sali dell'acido carbopirrolico, finora non se ne conoscevano che l'ammonico, il baritico ed il piombico; nel corso delle nostre esperienze abbiamo avuto occasione di prepararne altri due che descriviamo qui sotto:

Il sale calcico si ottiene mescolando una soluzione acquosa bollente di acido carbopirrolico con latte di calce. Concentrando il liquido, liberato dall' accesso di calce, a b. m. e nel vuoto sull'acido solforico, si ottengono piccole squamette bianche, che seccate sul cloruro di calcio, non perdono più di peso se vengono riscaldate a 100°.

0,1872 di questo sale seccato a 100° diedero 0,0402 gr. di CaO.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $(C_{10}H_8N_2O_4)Ca$
Ca	15,33	15,38

Il sale separato dall'acqua si ridiscioglie difficilmente nella medesima. Distillando il sale calcico accuratamente seccato non si ottiene che del pirrolo, lo stesso risultato si ha distillando un miscuglio del sale calcico e di formiato di calce.

(¹) Abbiamo osservato, che se si riscalda l'acido carbopirrolico in tubetti chiusi ma tanto lunghi da rimanere in parte fuori del bagno ad olio o ad acido solforico, oppure in tubi aperti, una parte dell'acido sublima e la piccola parte che resta indietro può venir riscaldata alle volte fin a 207° prima di fondere.

Il sale argentico precipita in forma d'una polvere bianca, mescolando la soluzione acquosa del sale baritico con nitrato d'argento. Se la soluzione è molto diluita si separa dopo qualche tempo in forma di piccoli aghi.
0,2262 gr. di questo sale seccati nel vuoto sull'acido solforico diedero 0,1120 gr. di Ag.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_5 H_4 NO_2 Ag$
Ag	49,51	. . . .	49,54

Il sale argentico è poco solubile nell'acqua, può venir bollito con acqua o riscaldato fino a 100° senza alterarsi.

L'etere metilico dell'acido α carbopirrolico si ottiene riscaldando per circa un'ora il sale argentico con un eccesso di joduro di metile a 100° in tubi chiusi. Si scaccia l'eccesso del joduro di metile e si esaurisce il residuo, una polvere giallastra, con etere. Il residuo dell'estratto etereo viene fatto cristallizzare alcune volte dall'etere petrolico bollente. Per svaporamento spontaneo del solvente si ottengono lunghi aghi o grossi prismi appiattiti del nuovo composto, che sono spesso colorati leggermente in rosa, ed hanno un odore aromatico. All'analisi diedero i seguenti numeri:
0,3468 gr. di materia seccata nel vuoto sull'acido solforico diedero 0,7306 gr. di CO_2 e 0,1822 gr. di OH_2.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_5 H_4 CH_3 NO_2$
C	57,45	. . . .	57,60
H	5,82	. . . .	5,60

L'etere metilico dell'acido α carbopirrolico fonde a 73°, è facilmente solubile nell'etere e nell'alcool, poco solubile nell'etere petrolico e nell'acqua.

L' etere etilico dell'acido α carbopirrolico si ottiene come l'etere metilico, dal sale argentico e dal joduro d'etile. L'estratto etereo del prodotto liberato dall'eccesso di joduro etilico, dà collo svaporamento un liquido oleoso, che venne sciolto nel benzolo e bollito con carbone animale. Scacciando il solvente resta indietro un liquido vischioso, che può star lungo tempo sull'acido solforico senza cristallizzare, ma che si solidifica subito toccandolo con un bastoncino di vetro. Per purificare quest'etere, conviene distillarlo. Passa quasi tutto a 230-232°.
0,3268 gr. di questa sostanza diedero 0,7202 gr. di CO_2 e 0,1932 di OH_2.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_5 H_4 (C_2 H_5) NO_2$
C	60,10	. . . .	60,43
H	6,56	. . . .	6,48

L'etere etilico dell'acido α carbopirrolico fonde a 39° e bolle a 230-232°, è molto solubile nell'alcool, etere, etere petrolico e nel benzolo, poco solubile nell'acqua.

3. Azione del bromo sull'etere metilico dell'acido α carbopirrolico.

Ci sembrò degno d'interesse di vedere se l'etere dell'acido α carbopirrolico avesse un comportamento verso gli alogeni, simile a quello dell'acido piromucico, se cioè mostrasse tendenza a formare dei prodotti di addizione con quattro atomi di bromo. Le nostre esperienze dimostrano, che l'acido carbopirrolico scambia con

facilità 3 atomi d'idrogeno con tre atomi di bromo, senza dare dei prodotti di addizione.

Sciogliendo l'etere metilico dell'acido carbopirrolico nell'acqua bollente e facendovi arrivare dei vapori di bromo, si ottiene subito un precipitato bianco, fioccoso, che va man mano aumentando coll'aggiungere del bromo, fino a trasformare il contenuto del vaso in una massa semisolida. Quando il bromo non viene più assorbito si filtra, si lava il nuovo prodotto con acqua e lo si fa cristallizzare dall'alcool bollente.

I. — 0,2604 gr. di materia seccata nel vuoto sull'acido solforico diedero 0,4049 gr. di Ag. Br.

II.— 0,5050 gr. di materia come sopra, diedero 0,3760 gr. di CO_2 e 0,0596 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato I	trovato II	calcolato per la formola $C_4 Br_3 . NH . COO CH_3$
Br	66,17	—	66,30
C	—	20,31	19,89
H	—	1,31	1,10

Il nuovo composto è dunque:

« *l'etere metilico dell'acido α tribromocarbopirrolico* ».

Esso fonde a 209-210°, è facilmente solubile nell'etere e nell'alcool bollente, per raffreddamento si separa da questo solvente in forma di lunghi aghi sottili; è poco solubile nell'etere petrolico e nel benzolo, e quasi insolubile nell'acqua anche bollente.

L'acido tribromo α carbopirrolico si ottiene saponificando l'etere con potassa. Acidificando la soluzione alcalina con acido solforico diluito si separano degli aghi lunghi e senza colore, che si possono estrarre dall'acqua madre, agitando con etere.

Il residuo dell'estratto etereo viene fatto cristallizzare dall'acqua bollente aggiungendo carbone animale.

Per raffreddamento si ottengono lunghi aghi aggruppati che diedero all'analisi i seguenti numeri:

0,1790 gr. di materia dettero 0,2879 gr. di Ag Br.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_5 Br_3 H_2 NO_2$
Br	68,42	68,97

L'acido α tribromocarbopirrolico è facilmente solubile nell'etere, alcool ed acetone ed è insolubile nell'etere petrolico, si scioglie difficilmente nell'acqua bollente, separandosi per raffreddamento in forma di lunghi aghi aggruppati. La soluzione acquosa bollente ha un odore che ricorda quello dell'acido tricloro α carbopirrolico e del tetracloropirrolo. Riscaldato verso i 140°-150° si scompone totalmente prima di fondere.

4. Azione del cloruro d'acetile sul sale argentico dell'acido α carbopirrolico.

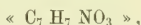
Il cloruro d'acetile reagisce a freddo sul sale argentico dell'acido carbopirrolico sospeso in molto etere petrolico (per 10 gr. di sale circa 500 gr. d'etere petrolico). Per rendere completa la reazione si riscalda fino all'ebollizione a b. m., e si filtra il liquido ancor caldo. Il residuo viene bollito parecchie volte con nuovo etere petrolico. Svaporando le soluzioni così ottenute, restano indietro delle squamette grigiastre, che si purificano sciogliendole di nuovo in etere petrolico bollente, filtrando la soluzione da un piccolo residuo insolubile, e lasciandola svaporare spontaneamente. La nuova sostanza si presenta in forma di squamette senza colore che fondono a 75°. 0,2048 gr. di questa materia seccata nel vuoto sull'acido solforico diedero 0,4116 gr. di CO_2 e 0,0878 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_7H_7NO_3$
C	54,81	54,90
H	4,76	4,57

Trattando il residuo insolubile nell'etere petrolico, che è formato principalmente dal cloruro argentico, con etere etilico, si estrae una sostanza che bollita nuovamente con etere petrolico cede a quest'ultimo ancora delle piccole quantità del corpo fondente a 75 . Il resto, convenientemente purificato, fu riconosciuto essere dell'acido carbopirrolico rigenerato dal sale argentico.

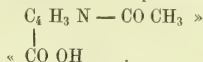
La nuova sostanza che fonde a 75° e che ha la formola:

$$« C_7 H_7 NO_3 »,$$

viene facilmente decomposta dall'acqua. Bollendola con acqua si scioglie facilmente e si scinde in acido acetico ed in acido carbopirrolico, che venne estratto con etere dalla soluzione raffreddata e riconosciuto al suo punto di fusione ed alle altre sue proprietà. La stessa decomposizione avviene anche a freddo, abbenchè più lentamente.

Se la sostanza che descriviamo viene riscaldata al di sopra del suo punto di fusione, si scinde in acido acetico e pirocolla. Questa esperienza si eseguisce più vantaggiosamente riscaldando la sostanza in una corrente d'anidride carbonica. Il corpo fonde, sviluppa poi dell'acido acetico e continuando a riscaldare, la massa fusa sublima, formando piccole squamette che hanno tutte le proprietà della pirocolla. Nella navicella, che conteneva la sostanza, resta un piccolo residuo di carbone. Dalle reazioni or descritte si possono dedurre due formole diverse per esprimere la costituzione della sostanza in questione. La nuova sostanza potrebbe essere un anidride mista dell'acido α carbopirrolico ed acetico:

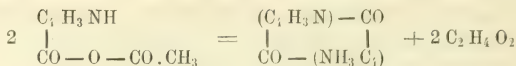
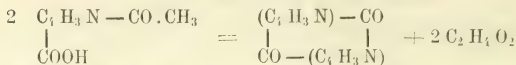
$$\begin{array}{l} C_4 H_3 NH \quad » \\ | \\ « CO — O — CO . CH_3 , \end{array}$$

e ciò spiegherebbe facilmente il suo comportamento coll'acqua; oppure un composto acetilico dell'acido carbopirrolico formatosi per una trasposizione molecolare:

$$\begin{array}{l} C_4 H_3 N — CO\, CH_3 \; » \\ | \\ « CO\, OH \quad . \end{array}$$

Tutte e due le formole servono egualmente a spiegare la formazione della pirocolla:

$$2\begin{array}{l}C_4H_3NH\\ |\\ CO-O-CO.CH_3\end{array} = \begin{array}{l}(C_4H_3N)-CO\\ |\qquad\qquad |\\ CO-(NH_3C_4)\end{array} + 2\,C_2H_4O_2$$

oppure:

$$2\begin{array}{l}C_4H_3N-CO.CH_3\\ |\\ COOH\end{array} = \begin{array}{l}(C_4H_3N)-CO\\ |\qquad\qquad |\\ CO-(C_4H_3N)\end{array} + 2\,C_2H_4O_2$$

Noi crediamo che la prima formola sia la più probabile, tanto più che, l'esperienza che descriviamo più sotto, ed altre che sono state descritte altrove [1], tendono a dimostrare che l'idrogeno imidico non si lascia sostituire dall'acetile quando nel nucleo tetrolico pel pirrolo c'è di già un radicale acetilico o il carbossile.

Resta ancora a provare se il prodotto or descritto sia identico a quello che probabilmente si forma per l'azione diretta dell'anidride acetica sull'acido carbopirrolico e che col riscaldamento si scinde in acido acetico e pirocolla [2].

5. Azione dell'anidride acetica sull'etere metilico dell'acido α carbopirrolico.

Non avendo potuto studiare finora il comportamento dell' acido carbopirrolico verso l'anidride acetica, in modo da separare quel composto intermedio che si scinde in acido acetico e pirocolla, abbiamo cercato di ottenere un derivato acetilico dell'etere carbopirrolico, sperando di ottenere un composto più stabile.

Per fare agire l'anidride acetica sull'etere metilico dell'acido α carbopirrolico è necessario di riscaldare l'etere con un eccesso di anidride in tubi chiusi a 250-260°. Noi abbiamo riscaldato durante 6 ore il miscuglio delle due sostanze, prendendo 4 o 6 gr. di etere per volta. Aprendo i tubi non si nota sensibile sviluppo di gaz; il contenuto dei medesimi che è nero ed in parte carbonizzato, viene posto nell'acqua, neutralizzato con carbonato sodico e riscaldato fino all'ebollizione. Si filtra e si lava il residuo carbonoso replicatamente con acqua bollente. Si estrae il filtrato con etere e si fa cristallizzare il prodotto ottenuto dall'acqua bollente.

Per raffreddamento si separano lunghi aghi splendenti che vennero analizzati. Il rendimento è di 30-40 % della materia impiegata.

0,3174 gr. di materia dettero 0,6656 gr. di CO_2 e 0,1578 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_8H_9NO_3$
C	57,19	57,48
H	5,52	5,38

La sostanza ottenuta, che ha dunque la composizione d'un composto acetilico dell'etere metilico dell'acido carbopirrolico, fonde a 113°, è facilmente solubile nell'alcool e nell'etere ed è pure solubile nell'acqua bollente, della quale si separa per raffreddamento in aghi lunghi aggruppati. Il suo comportamento non è però quello

[1] Vedi: Ciamician e Dennstedt, *Sull'azione dell'anidride acetica e benzoica sul pirrolo.*

[2] Vedi: Ciamician e Silber, *Sintesi della pirocolla.*

di un vero derivato acetilico d'un etere dell' acido carbopirrolico, perchè contiene ancora un atomo d'idrogeno sostituibile dall'argento. Se si tratta una soluzione del composto in questione nell'acqua calda, con una soluzione di nitrato argentico, si ottiene aggiungendo alcune goccie d'ammoniaca, un precipitato bianco, che lavato e seccato nel vuoto sull'acido solforico ha la seguente composizione.

I. — 0,2224 gr. di sostanza dettero 0,0882 gr. di Ag.

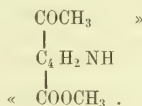
II.— 0,3584 gr. di sostanza dettero 0,4594 gr. di CO_2 e 0,1012 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per la formola $C_8 H_8 NO_3 Ag$
	I	II	
C	—	34,96	35,04
H	—	3,13	2,92
Ag	39,66	—	39,42

L'esistenza di un composto argentico d'un derivato acetilico di un etere dell'acido carbopirrolico, dimostra a nostro avviso, che l'idrogeno imidico dell'acido carbopirrolico è ancor libero, e che l'acetile è entrato nel nucleo; noi chiameremo perciò questo corpo: « *l'etere metilico dell'acido pseudo-acetil α carbopirrolico* », come fu chiamato pseudo-acetilpirrolo ([1]) quel composto acetilico del pirrolo che ha ancora un atomo d'idrogeno sostituibile dall'argento.

Noi crediamo che il nuovo corpo abbia la costituzione espressa dalla seguente formola:

$$\text{« } \begin{array}{l} COCH_3 \\ \;| \\ C_4 H_2 NH \\ \;| \\ COOCH_3 \end{array} \text{ . »}$$

Saponificando l'etere metilico or descritto si ottiene « *l'acido pseudo-acetil α carbopirrolico* ».

Si fa bollire l'etere per qualche tempo con un eccesso di potassa in un apparecchio a ricadere, si acidifica la soluzione con acido solforico diluito e si estrae il nuovo acido con etere. La materia così ottenuta viene purificata facendola cristallizzare dal toluene bollente. Si ottengono per raffreddamento piccole fogliette di splendore vitreo che hanno la seguente composizione:

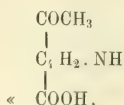
0,1938 gr. di materia dettero 0,3890 gr. di CO_2 e 0,0846 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_7 H_7 NO_3$
C	54,75	54,90
H	4,85	4,58

([1]) Vedi: Ciamician e Dennstedt, *Studî sui composti della serie del pirrolo*, sesta parte. L'acetilpirrolo ed il pseudoacetilpirrolo. Atti de' Lincei, Vol. XV.

L'acido pseudoacetil α carbopirrolico che avrà la costituzione espressa dalla formola:

$$\begin{array}{c} COCH_3 \\ | \\ C_4 H_2 . NH \\ | \\ « \quad COOH, \end{array}$$

fonde a 186°, è solubile nell'acqua, nell'etere, alcool ed acetone, è poco solubile nel benzolo e toluene bollenti ed è insolubile nell'etere petrolico. Riscaldato lentamente in un tubicino fonde e poi sublima, riscaldandolo violentemente si scompone. Trattando la sua soluzione acquosa con cloruro ferrico si ottiene un precipitato giallo-bruno.

Il sale argentico [$C_7 H_6 NO_3 Ag$] forma una polvere bianca, che si ottiene trattando una soluzione dell'acido nell'ammoniaca con nitrato argentico, in forma d'un precipitato poco solubile nell'acqua.

0,2676 gr. di questo sale seccato nel vuoto sull'acido solforico diedero 0,1122 gr. di Ag.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_7 H_6 NO_3 Ag$
Ag	41,93	41,54

Il sale piombico precipita in forma di piccoli aghi splendenti, trattando la soluzione acquosa dell'acido con acetato piombico.

Il sale calcico [$(C_7 H_6 NO_3)_2 Ca + 7 OH_2$] ottenuto saturando una soluzione acquosa dell'acido con latte di calce, cristallizza dall'acqua in grossi prismi senza colore, che si mantengono inalterati stando esposti all'aria, ma che perdono completamente l'acquá di cristallizzazione se vengono posti a seccare sull'acido solforico.

I. — 0,3184 gr. di materia seccata fra carta da filtro e all'aria perdettero sull'acido solforico 0,0852 gr. di OH_2.

II.— 0,4130 gr. di materia seccata come sopra perdettero 0,1094 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{14} H_{12} N_2 O_6 Ca + 7 OH_2$
	I	II	
OH_2	26,76	26,49	26,81

0,1212 gr. di questo sale seccato sull'acido solforico dettero 0,0204 gr. di CaO.

In cento parti:

	trovato	calcolato per $(C_7 H_6 NO_3)_2 Ca$
Ca	11,20	11,63

Lasciando svaporare spontaneamente la soluzione acquosa di questo sale si ottengono facilmente dei cristalli bene sviluppati che furono studiati cristallograficamente dall'ing. sig. G. La Valle. Egli ebbe la gentilezza di comunicarci quanto segue:

« Sistema cristallino: Triclino

« $a : b : c := 1,55785 :$ indetr.$: 1$

« $\alpha = 78° 56'$ $\quad \xi = 107° 59' 42''$

« $\beta = 59° 35'$ $\quad \eta = 123° 18' 32''$

« $\gamma = 98° 10'$ $\quad \zeta = 73° 36'$

« Forme osservate: (100), (001), (010), ($\bar{1}$01) ($\bar{5}$04).

« Combinazioni: (100) (001) (010) ($\bar{1}$01) ($\bar{5}$04), (100) (001) (010) ($\bar{1}$01).

	Angoli	Misurati	calcolati
«	001: 010	78° 56′	*
«	001: 100	59° 35′	*
«	100: 010	98° 10′	*
«	001: $\bar{1}$01	81° 25′	*
«	$\bar{1}$01: 010	72° 22′	72° 21′ 54″
«	$\bar{1}$00: $\bar{5}$04	72° 10′	71° 27′ 16″

« Sfaldatura indistinta sebbene osservasi in alcuni cristalli una superficie di « frattura nella zona [100: 001].

« L'abito dei cristalli presenta sempre la combinazione dei tre pinacoidi, alcuni « sviluppati secondo l'asse delle y, altri secondo le z; la faccia ($\bar{1}$01) e per lo più « sviluppata, mentre l'altra ($\bar{5}$04) che si trova più raramente è quasi una sottile linea ».

Ricerche sull'influenza che l'elettricità e la luce esercitano sulla fermentazione alcoolica.

Memoria del dott. MICHELE GIUNTI

approvato per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 3 giugno 1884.

Raccolgo in questa nota i risultati di alcune esperienze che ho eseguito, per conoscere e misurare l'influenza che esercitano sulla fermentazione alcoolica l'elettricità e la luce.

Metodo generale dell'esperienze (¹)

Per ottenere che i liquidi in fermentazione fossero posti in condizioni perfettamente identiche, meno che per l'agente di cui si volea esplorare l'influenza, ho seguito il metodo esposto qui appresso nella parte generale, e, per quel che riguarda i singoli agenti, avanti ai dati ottenuti dall'esperienze fatte con essi.

Soluzione fermentescibile. — In tutte l'esperienze si è adoperata una soluzione che conteneva il 15°/₀ di saccarosio, e piccole quantità di tartrato ammonico; fosfato sodico, solfato potassico, solfato di magnesio, solfato di calcio.

Lievito. — Quanto al lievito, se ne sono adoperate due qualità: lievito del fondo, che a Napoli viene tutti i giorni da Buda-Pest, e lievito delle birrerie napolitane, che è un miscuglio di lievito del fondo e della superficie. La prima qualità è migliore, e si ottiene con essa una fermentazione equabile e non si espande in bolle alla superficie del liquido, come l'altro. Però, in alcune esperienze, ho preferito l'uso del lievito di Napoli, perchè quello di Buda-Pest, specialmente in estate, non sempre arriva nelle migliori condizioni.

Distribuzione del miscuglio fermentescibile. — Per ottenere fermentazioni di eguale energia in diversi liquidi, alcuni sperimentatori hanno adottato l'uso di particelle minime di lievito, seminate nei liquidi fermentescibili; e giudicavano della più attiva fermentazione dal più sollecito principio dello svolgimento di bollicine gassose, o dal più sollecito compimento della fermentazione.

Questo metodo però, con cui si ottiene una fermentazione molto lenta, non conveniva nel caso mio, poichè io desideravo raccogliere dei dati in diversi periodi del processo fermentativo, e non solamente quello di principio o di fine: e talora detti periodi doveano essere per necessità molto brevi, come nell'esperienze sulla luce, in cui venivano limitati dalla durata del sole nel sito dove esponevo gli apparecchi.

(¹) Quest'esperienze sono state eseguite durante l'anno 1882, nel Laboratorio di Chimica agraria della R. Scuola Sup. di Agricoltura di Portici.

Si possono ottenere fermentazioni di eguale energia col metodo opposto al precedente. Infatti, il Dumas ([1]) ha provato che il massimo di attività nella fermentazione si ottiene con gr. 20 di lievito per un grammo di zucchero, alla temperatura di 24° C: oltre il qual limite, ogni ulteriore aggiunta di lievito, resta senza effetto.

A me è sembrato non potermi avvalere neppure di questa proprietà; sia perchè con quantità così grandi di lievito, si ottiene una fermentazione assai tumultuosa; sia perchè il potere fermentativo è assai variabile da un lievito all'altro; e sia perchè io intendevo misurare l'attività della fermentazione dalla quantità di anidride carbonica sviluppata; e, l'eccedente quantità di lievito, poteva emanare di questo gas per un processo diverso dalla fermentazione alcoolica, come sappiamo avvenire pel lievito tenuto a digiuno.

Per tanto, fra le quantità minime e le quantità massime, conveniva pigliare la via di mezzo, e cercare di ottenere con quantità di lievito nè troppo grandi nè troppo piccole, l'eguaglianza del potere fermentativo nei diversi liquidi. A tale oggetto, ho provato da prima l'azione di pesi eguali dello stesso lievito in pasta; ma ho avuto risultati poco soddisfacenti. In seguito sono riuscito ad averne assai migliori partendo dal lievito sospeso in un liquido.

Tale miscuglio si prepara stemperando il lievito nel liquido fermentescibile, nella proporzione di 6 ad 8 gr. per 100 c. c., e cercando di dividerlo quanto è più possibile, con l'agitare, e facendolo colare attraverso ad una pezzuola a tessuto fitto.

Per distribuire il miscuglio equabilmente, ho operato in due modi, e con due apparecchi diversi. Il primo di questi è un tubo ripiegato ad U, ed assottigliato nella parte inferiore — di quelli che si adoperano nell'analisi organica. — In esso si versa la quantità opportuna del miscuglio; si agita, e poi si lascia per un po' in riposo. Poscia si fa cadere nel tubo qualche goccia di mercurio, che va ad occupare la parte ripiegata ed assottigliata.

Invece del tubo ad U intiero, se ne può adoperare uno diviso nella parte inferiore: i due rami allora si fan comunicare mediante un tubicino di gomma elastica; e, dopo versato il liquido, si chiude la comunicazione con una pinzetta di Mohr, invece che col mercurio.

Nell'un modo e nell'altro il contenuto delle due branche resta separato; ed in ciascuna si trova la stessa quantità di liquido col lievito equabilmente distribuito. Onde si ottengono due miscugli capaci di fermentare, approssimativamente, con eguale energia.

Questo metodo molto semplice, dà buoni risultati, come ho detto; però esso può fornire due sole porzioni di miscuglio: inoltre, per praticarlo in alcune esperienze, converrebbe fare il travaso dei liquidi, il che riesce un pò incomodo. Io me ne sono servito in qualch'esperienza sulla luce; nelle altre, ho preferito l'uso di un altro apparecchio distributore.

Tale apparecchio (fig. 1), è costituito da una boccia A, della capacità di 250 c.c.; essa vien chiusa da un tappo, il quale lascia passare per un foro laterale il tubo B, e per un foro centrale il tubo C: questi, all'interno arriva vicino al fondo della boccia, ed al

([1]) *Ann. chim. phys.* 5ᵉ serie t. III, 1874.

disopra del tappo si allarga, formando la vaschetta D; la quale vien chiusa da altro tappo, che porta un foro centrale e quattro fori egualmente distanti dal centro, su due diametri che si tagliano ad angolo retto. Al foro centrale si adatta l'imbuto a chiavetta E, ed ai laterali quattro tubicini eguali a, ripiegati due volte ad angolo retto in senso contrario. (Di questi quattro tubi, e dei pezzi eguali che a ciascuno fan seguito, due soli sono visibili nella figura): ad essi sono infitti dei tubi di gomma elastica b, mediante i quali vengono collegati con dei tubicini di vetro c, di calibro eguali e quasi capillari: questi, per mezzo di altri tubi di gomma elastica d, si congiungono con burette da 50 c. c. F, perfettamente eguali; e sostenute in modo che l'indice dei 50 c. c., di tutte quattro, stia sul medesimo piano orizzontale.

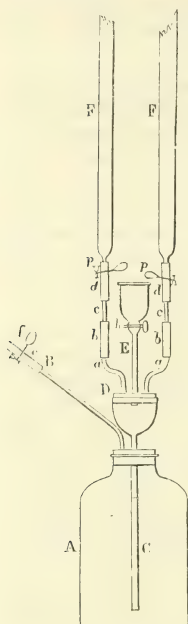



Fig. 1.

Ecco ora come si adopera l'apparecchio. Dopo aver stemperato il lievito nel liquido fermentescibile, e colato il miscuglio per un pannolino, come si è detto, se ne riempie la boccia A, versandolo per l'imbuto E, di cui poscia si chiude la chiavetta h. Indi, la boccia (che per maggiore comodità si era distaccata dalle burette) a queste si ricongiunge, mediante i tubi di gomma elastica d. Ciò fatto, si soffia nel tubo B (alla cui estremità esterna si sarà adattato un tubicino di gomma elastica e, che può essere chiuso da una pinzetta di Mohr f): così il liquido contenuto nella boccia A, vien costretto a salire pel tubo C, nella vaschetta D; e da questa, pei tubi di comunicazione, nelle burette: in esse ascende uniformemente, e contemporaneamente raggiunge in tutte l'indice che segna i 50 c. c..

Perchè l'operazione riesca bene, fa d'uopo farla procedere lentamente; — il che si ottiene moderando convenientemente la pressione ed interrompendola di tanto in tanto, col cessare dal soffiare, e chiudere la pinzetta f all'estremo del tubo B —: così chiusa deve restare la detta pinzetta, quando il liquido è arrivato ai 50 c. c. nelle quattro burette. Allora, mediante le pinzette p (da principio infilate nei tubi di gomma elastica, che collegano i tubi capillari con le burette) si chiudono le comunicazioni di esse con la boccia A: si apre la pinzetta che chiude il tubo B; e poscia si distaccano i tubicini capillari da quelli inferiori di gomma elastica. Così si ottengono le quattro burette separate dalla boccia, e contenenti ciascuna 50 c. c. di liquido col lievito equabilmente distribuito: dapoichè, come si sarà compreso, ciascuna buretta avrà ricevuto liquido in egual proporzione da tutti gli strati del miscuglio.

In alcune esperienze è preferibile adoperare una quantità di liquido maggiore di 50 c. c.; allora, o a ciascun saggio si aggiunge egual quantità di liquido fermentescibile; ovvero si fa un'altra distribuzione del miscuglio, e si piglia, per ogni saggio, una seconda buretta del medesimo.

Nel caso che l'esperienza si faccia con due saggi soli, le due porzioni del miscuglio occorrenti, si prendono conducendo l'operazione all'istesso modo: solamente si tien chiusa la comunicazione di due burette con la boccia *A*, mentre si riempiono le altre due (¹).

Sia però che si prendan due o più saggi del miscuglio fermentescibile, se si mettono in recipienti eguali, ed in identiche condizioni, si otterrà in tutti una fermentazione, approssimativamente eguale.

Misura dell' energia fermentativa. — Ho accennato più avanti come, per misurare l'attività della fermentazione, avessi ricorso alla determinazione dell'anidride carbonica. Questo gas, come è noto, è uno dei più abbondanti prodotti della fermentazione alcoolica; e sta con l'alcool nel rapporto costante di 48,9 di an. carbonica per 51,1 di alcool, da 100 di zucchero decomposto.

Ho preferito dosare la quantità di an. carbonica anzichè quella di alcool o di zucchero residuale, perchè in tal modo si può determinare l' attività fermentativa dello stesso liquido in periodi successivi — cosa necessaria per condurre l'esperienza nei modi da me divisati, e che verranno esposti nel paragrafo seguente — ; e perchè i metodi di determinazione dell'anidride carbonica sono assai più sicuri e pronti.

In alcuni casi l'anidride carbonica veniva raccolta sotto il mercurio; e si misurava i volumi da paragonare nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione, e seguendo le solite norme per la misurazione dei gas. Più spesso l' an. carbonica veniva assorbita con la potassa caustica, e determinata dal suo aumento di peso. L' apparecchio adoperato per tale assorbimento era del genere di quello che si usa per l'analisi organica elementare: — conveniva determinare la sola quantità di an. carbonica; e però, i tubi a cloruro di calcio, per trattenere l'umidità, non occorreva fossero pesati.

Metodi seguiti nel fare i saggi per riconoscere l'influenza dell'agente in esame. — Per evitare ogni sospetto che la differenza trovata nell' attività della fermentazione fosse, in tutto o in parte, da imputare a condizioni estranee all'agente di cui si sperimentava l'azione; si è adottato, in una serie di esperienze, un metodo che permette di compensare tali errori ove esistano. Ecco come il metodo funziona. Nel primo periodo i due saggi si lasciano fermentare in condizioni perfettamente eguali; indi si fa la prima determinazione: nel caso che i risultati differiscano di poco, i due saggi si ritengono opportuni per fare l'esperienza. (Si consegue così ancora lo spostamento dell' ossigeno, la di cui azione potrebbe essere modificata sotto l' influenza dell' agente, onde i risultati ne sarebbero infirmati). Nel secondo periodo il saggio A si lascia influenzare dall'agente in esame, mentre il saggio B continua a fermentare nelle condizioni ordinarie: si fa la seconda determinazione. Nel terzo periodo il saggio B riceve l'influenza dell'agente ed il saggio A ne viene privato: infine si fa la terza determinazione.

Per calcolare l'influenza esercitata dall'agente in esame, si sommano i risultati ottenuti dal saggio A nella seconda determinazione, e dal saggio B nella terza; e quelli ottenuti dal saggio B nella seconda e dal saggio A nella terza determinazione: — i primi che han ricevuto l' influenza dell' agente, i secondi che ne sono

(¹) Si potrebbero prendere anche più di quattro saggi del miscuglio fermentescibile, aumentando, a tal uopo, corrispondentemente il numero delle burette e dei tubi di congiungimento: ciò dico perchè mi sembra che l'apparecchio descritto potrebbe avere altre utili applicazioni in chimica analitica: per es. a pigliare i diversi saggi per l'analisi del latte; ed, in generale, in tutti i casi in cui conviene pigliare saggi omogenei di un liquido che tende a separarsi in strati di composizione diversa.

stati privi — : si trova la differenza dei numeri che si ottengono, e questa indicherà se l'influenza dell'agente è stata favorevole o contraria alla fermentazione, e di quanto lo è stata. Così ogni possibile errore viene compensato, dapoichè, i dati che si paragonano, sono tolti da ambo i saggi.

Però è anche importante riconoscere l'influenza di un agente qualora esso venga applicato sempre allo stesso liquido in fermentazione, in periodi successivi; e quella esercitata complessivamente su tutto il periodo della fermentazione. A tale oggetto si son fatte esperienze con un altro metodo. Con questo, per le stesse ragioni che col metodo precedente, nel primo periodo i due saggi si lasciano fermentare in identiche condizioni; nei periodi seguenti il saggio A fermenta sotto l'influenza dell'agente, di cui si vuol riconoscere l'influenza, ed il saggio B all'infuori di tale influenza: dopo ogni periodo si determina l'attività della fermentazione. Finita l'esperienza si sommano i risultati ottenuti dal secondo all'ultimo periodo, dal saggio A, e quelli ottenuti dal saggio B. Così si riconosce l'influenza esercitata dall'agente nei periodi successivi e nell'intiero processo della fermentazione.

Devo però far notare che, ove l'agente in esame valga ad accelerare o a ritardare la fermentazione, col procedere dalla medesima, i dati che si ottengono perdono del loro valore; perchè i liquidi non si trovano più in eguali condizioni. Ciò non ostante, in alcune esperienze, ho creduto utile riconoscere l'influenza dell'agente nei periodi successivi dell'intiero processo della fermentazione, pel valore pratico che potevano avere i risultati.

Elettricità.

Per studiare l'influenza dell'elettricità sulla fermentazione, mi son servito di apparecchi del genere di quelli con cui si ottiene l'effluvio elettrico. Due forme diverse di tali apparecchi sono state adoperate: quelli con cui si son fatte le prime esperienze erano così costruiti. Due tubi di vetro, dell'altezza di 18 cent. e del diametro di 2,5, venivano rivestiti all'esterno ciascuno di un'armatura di ottone, alta circa 10 cent., a cominciare da qualche centimetro al disopra della base. Corrispondente all'armatura esterna si mettea un'armatura interna, costituita da una lamina di platino avvolta a spira; e questa veniva sostenuta da un filo dello stesso metallo, confitto nel tappo che chiüdeva il tubo, ed emergente da questo. Lo stesso tappo lasciava passare un tubo di svolgimento ed un termometro. La parte esterna dei due tubi, non rivestita dall'armatura, ed i tappi, venivano ricoperti da uno strato di cera lacca. Quale sorgente di elettricità si è adoperato un piccolo rocchetto di Ruhmkorff, animato da due elementi Bunsen, i di cui reofori venivano messi in comunicazione uno con l'armatura interna, e l'altro con l'armatura esterna di uno degli apparecchi.

Dai primi saggi che feci mi accorsi che nel liquido in cui avea luogo l'azione elettrica si manifestava un aumento di temperatura, che andava crescendo, fino a raggiungere un grado e mezzo C. Quando io facevo quest'esperienze però era in estate, e la stanza in cui tenevo gli apparecchi, aveva una temperatura sempre al disopra dei 25° C. e mai maggiore dei 30. Ora, è noto, che la fermentazione alcoolica trova, appunto fra questi estremi, le sue condizioni più favorevoli: onde, un piccolo aumento di temperatura, compreso in essi, doveva esercitare piccola o nessuna influenza. In virtù di tale considerazione ho creduto di poter fare l'esperienze, non

ostante la differenza di temperatura: proponendomi di confermare con altre ricerche i risultati, ove essi lo richiedessero.

Per tali esperienze i miscugli fermentescibili si prendevano dal secondo degli apparecchi distributori nel modo menzionato, e se ne adoperavano 50 c. c. per ciascuno dei due saggi.

Si son fatte esperienze col primo metodo — in cui l'elettricità agiva successivamente nei due liquidi in fermentazione —; e col secondo, in cui essa agiva sempre sullo stesso liquido.

Col primo di tali metodi si son fatte tre esperienze. (Nel primo periodo di fermentazione il saggio A ed il saggio B non ricevevano influenza elettrica; nel secondo lo ricevea A; nel terzo lo ricevea B).

I risultati ottenuti si raccolgono nelle seguenti tavole, nelle quali si segnano con asterisco i numeri indicanti la quantità di anidride carbonica svolta dal liquido influenzato dall'elettricità. Se tali quantità sono maggiori di quelle svolte dal liquido non influenzato dalla medesima, il numero indicante la differenza, si fa precedere dal segno +, in caso contrario dal segno —.

1ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	%
1° periodo, dalle 11 ant. del 25 alle 11 ant. del 26 luglio.	0,7150	0,7305	0,0155	2,10
2° » » 12 m. » 26 » 12 m. » 27 » . .	* 0,5445	0,5040	+ 0,0405	+ 7,43
3° » » 1 pom. » 27 » 1 pom. » 28 » . .	0,5325	* 0,5700	+ 0,0375	+ 6,57
	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo			
	con elettricità G.r	senza elettricità G.r		
Risultato complessivo	1,1145	1,0365	+ 0,0780	+ 6,99

2ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	%
1° periodo, dalle 4 pom. del 1 alle 2 pom. del 2 luglio.	0,1195	0,1230	0,0035	2,84
2° » » » » » 2 » » » » 3 » . .	* 0,2580	0,2095	+ 0,0485	+ 18,79
3° » » » » » 3 » » » » 4 » . .	0,2715	* 0,2960	+ 0,0245	+ 8,27
	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo			
	con elettricità G.r	senza elettricità G.r		
Risultato complessivo	0,5540	0,4810	+ 0,0730	+ 13,17

3ª *Esperienza*

	CO^2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	%
1° periodo, dalle 4 pom. del 4 alle 2 pom. del 5 luglio.	0,2485	0,2500	0,0015	0.60
2° » » » » » 5 » » » » 6 » . .	* 0,3610	0,2975	+ 0.0635	+ 17.59
3 » » » » » 6 » » » » 7 » . .	0,2605	* 0.3325	+ 0,0720	— 21.65
	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo			
	con elettricità G.r	senza elettricità G.r		
Risultato complessivo	0.6935	0,5580	+ 0.1355	— 19.53

Dai dati raccolti nelle tre esperienze su riferite chiaramente si rileva la favorevole influenza esercitata dall' elettricità sulla fermentazione: influenza che, nella terza esperienza, genera un incremento dell' attività fermentativa di poco meno di un quinto.

Si è fatta un' altra esperienza, col secondo metodo, in cui, nel 1° periodo della fermentazione, i due saggi non riceveano influenza elettrica: nei seguenti, il saggio A la ricevea sempre, ed il saggio B ne era sempre privato.

Ecco i risultati ottenuti: come nell'esperienze precedenti, se il liquido influenzato dall'elettricità avea svolto maggiore quantità di anidride carbonica, la differenza si fa precedere dal segno +, altrimenti dal segno —.

	CO^2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	%
1° periodo, dalle 4 pom. del 10 alle 2 pom. del 11 luglio.	0,8430	0,8375	0.0055	0,65
2° » » » » » 11 » » » » 12 » . .	0,8705	0,7650	+ 0,1055	+ 12,11
3° » » » » » 12 » » » » 13 » . .	0,7175	0,5750	+ 0,1425	+ 19,86
4° » » » » » 13 » » » » 14 » . .	0,4665	0.4410	+ 0,0255	+ 5,46
5° » » » » » 14 » » » » 15 » . .	0,1440	0,1480	— 0,0040	— 2.70
6° » » » » » 15 » » » » 16 » . .	0,0225	0,0245	— 0,0020	— 8.16
	CO_2 svolta dal 2° al 6° periodo			
	con elettricità G.r	senza elettricità G.r		
Risultato complessivo	2,2210	1,9535	+ 0,2675	— 12.04

I dati di quest'esperienza confermano la favorevole influenza esercitata dall'elettricità sulla fermentazione. — Il fatto che nei due ultimi periodi si è avuta una minore attività fermentativa nel liquido influenzato dall' elettricità, si spiega col maggiore accumolo dei prodotti della fermentazione, e colla minore quantità di zucchero che si trovava nel liquido che aveva più attivamente fermentato. — Condizioni

contrarie alla fermentazione che, in fine dell' esperienza, superano l'influenza favorevole dell' elettricità — .

Come piu avanti ho accennato, non ero del tutto privo di qualche dubbio, che l'aumento di temperatura, nel liquido influenzato dall' elettricità, fosse stato completamente senza effetto. Onde era necessario fare altre esperienze quando l' inconveniente fosse stato rimosso; la qual cosa ho ottenuto col sostituire all'armature metalliche liquidi conduttori in tubi di vetro.

I due nuovi apparecchi eguali erano così costruiti. Un tubo di vetro della lunghezza di 45 cent., e del diametro di 1,6 ricevea nel suo interno un altro tubo di vetro della lunghezza di 43 cent. e del diametro di 1, che era assottigliato alla parte superiore per circa 13 cent., e chiuso alla lampada: esso tubo era pieno di ac. solforico diluito, e portava saldato un filo di platino il quale mettea in comunicazione il suo contenuto con l' esterno. Lo spazio anulare rimasto fra i due tubi era mantenuto sempre eguale mediante anelli di sughero scanalati, in modo che il liquido potea attraversarli. Un tappo, con un tubo di svolgimento ed un termometro, chiudevá il tubo esterno, e lasciava passare il filo di platino dell' armatura interna. Il medesimo tubo era immerso in una provetta, contenente ac. solforico diluito, che comunicava con l' esterno mediante un filo di platino. Infine, i due apparecchi erano chiusi in un gran vaso di vetro, dove l' ambiente si manteneva secco, mediante cloruro di calcio contenuto.

Il liquido fermentescibile si mettea nello spazio anulare compreso fra i due tubi in ciascuno apparecchio.

Ho adoperato in quest' esperienze un rocchetto più grande, avente il cilindro lungo 21 cent. ed il diametro 11: i reofori di questo venivano posti in comunicazione uno con l' armatura interna e l' altro con l' armatura esterna di uno degli apparecchi.

In tali condizioni, quando il rocchetto veniva animato da due pile Bunsen, la temperatura del liquido in fermentazione non subiva aumento sensibile.

Con i descritti apparecchi si son fatte esperienze coi due metodi come le precedenti, di cui do qui appresso i risultati: per essi valgono le avvertenze e si adoperano i segni medesimi che per quelli dell' analoghe esperienze esposte più avanti.

Le due prime esperienze sono fatte col primo metodo.

1ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	%
1° periodo, dalle 2 pom. del 7 alle 12 m. del 8 dicem.	1,3035	1,2750	0,0285	2,18
2° » » 1 » » 8 » 1 pom. » 9 » . .	* 1,0590	0,8830	+ 0,1760	+ 16,61
3° » » 2 » » 9 » 2 » » 10 » . .	0,3495	* 0,3815	+ 0,0320	+ 8,38
	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo			
	con elettricità G.r	senza elettricità G.r		
Risultato complessivo	1,4405	1,2325	+ 0.2080	+ 14,43

2.ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	A G.r	°/₀
1° periodo, dalle 3 pom. del 12 alle 1 pom. del 13 dicem.	1,0305	1,0315	0,0010	0,09
2° » » 2 » » 13 » 2 » » 14 » . .	* 1,0820	1,0150	+ 0,0670	+ 6,19
3° » » 4 » » 14 » 3 » » 15 » . .	0,6080	* 0,6600	+ 0,0520	+ 7,87
	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo			
	con elettricità G.r	senza elettricità G.r		
Risultato complessivo	1,7420	1,6230	+ 0,1190	+ 6,83

L'esperienza che siegue è stata fatta col secondo metodo. Il rocchetto veniva animato da quattro pile; però, con tale aumento della tensione elettrica, si è manifestato un aumento della temperatura di circa $^3/_4$ di grado C.

Onde, do qui appresso i dati ottenuti solamente pel valore che possono avere nel mostrare come, ad un aumento della tensione elettrica, non corrisponda un aumento dell' energia fermentativa, non ostante le condizioni più favorevoli di temperatura generate con essa.

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	°/₀
1° periodo, dalle 3 pom. del 15 alle 1 pom. del 16 dicem.	0,7840	0,7980	0,0140	1,75
2° » » 3 » » 16 » 3 » » 17 » . .	0,8610	0,7865	+ 0,0745	+ 8,65
3° » » 4 » » 17 » 4 » » 18 » . .	0,6530	0,6240	+ 0,0290	+ 4,59
4° » » 5 » » 18 » 5 » » 19 » . .	0,3155	0,3120	+ 0,0035	+ 1,10
	CO_2 svolta dal 2° al 4° periodo			
	con elettricità G.r	senza elettricità G.r		
Risultato complessivo	1,8295	1,7225	+ 0,1070	+ 5,84

Da tutte l'esperienze fatte resta accertato che l'elettricità esercita un'influenza notevolmente favorevole sulla fermentazione.

Luce.

L'esperienze di cui si danno qui appresso i risultati, sono state eseguite con la luce solare diretta, paragonando l' azione che la medesima esercita sulla fermentazione con quella dell'oscurità completa.

Per ottenere egual temperatura nel liquido esposto alla luce ed in quello tenuto al buio, son ricorso a molteplici artifizî, dei quali il meglio riuscito è il seguente. Si prendono due tubi eguali di vetro sottile del diametro di cent. 1½ a 2½, e della capacità di circa 80 c. c.. Per rendere opaco uno di questi, si adopera carta lucida nera: un pezzo sufficiente di tale carta, si ripiega sulla pagina nera, e s'incolla: in modo che il pezzo raddoppiato resti bianco da una parte e dall'altra: poscia il medesimo s'incolla, a sua volta, su di uno dei tubi di vetro. Questi, così reso opaco, se si espone al sole, insieme all'altro rimasto trasparente — mettendo egual quantità di liquido — la temperatura si mantiene eguale in entrambi. Almeno io raramente ho constatato piccole differenze percettibili con termometri che segnavano i mezzi gradi; e quando ciò accadeva, il piccolo aumento, che in principio si verificava nel tubo illuminato, si verificava in fine per la temperatura del tubo abbuiato.

In tali condizioni ho creduto di poter ricercare l'influenza esclusiva dei raggi luminosi sulla fermentazione. Ho fatto per tanto dell'esperienze, di cui do qui appresso i risultati.

Nelle due prime esperienze la distribuzione equabile del lievito e del liquido fermentescibile si è fatta col metodo del tubo ad U; nel quale, in seguito, si lasciava anche avvenire la fermentazione. Il tubo adoperato avea la capacità di 130 c. c.; e vi si mettevano 100 c. c. del miscuglio, operando nel modo altrove descritto.

L'esperienze si sono condotte col primo metodo; onde, nel primo periodo, i liquidi contenuti nel ramo A e ramo B del tubo ad U, si faceano fermentare in egual condizioni di luce (entrambi a luce diffusa o al buio). Nel secondo periodo, si esponeva l'apparecchio al sole, col ramo A trasparente ed il ramo B reso opaco; nel terzo, con A opaco e B trasparente. Due termometri immersi nei due rami servivano a misurare la temperatura.

Nelle tavole seguenti sono segnate con asterisco le quantità di anidride carbonica raccolte dal liquido influenzato dalla luce. Se tali quantità sono maggiori di quelle svolte dall'altro liquido, tenuto al buio, il numero indicante la differenza, nelle colonne ove queste si registrano, si fa precedere dal segno +; in caso contrario dal segno —.

1ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A c.c.	B c.c.	c.c.	%
1° periodo, dalle 1 pom. del 14 alle 7 ant. del 15 luglio.	134	131	3	2,23
2° » » 9 ant. » 4 pom. » » » . .	* 125	123	+ 2	+ 1,60
3° » » » » » » » » 16 » . .	96	* 96	0	0
	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo			
	alla luce c.c.	al buio c.c.		
Risultato complessivo	221	219	+ 2	+ 0,90

2ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio A c.c.	CO_2 svolta dal saggio B c.c.	Differenza c.c.	Differenza %
1° periodo, dalle 7 pom. del 20 alle 7 ant. del 21 luglio.	98	96	2	2.01
2° » » 9½ ant. » 4 pom » » » . .	*75	78	— 3	— 3.82
3° » » » » » » » 22 » . .	72	*70	— 2	— 2.77
	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo alla luce c.c.	CO_2 svolta nel 2° e 3° periodo al buio c.c.		
Risultato complessivo	145	150	— 5	— 3.33

In queste due esperienze la temperatura si è mantenuta costantemente eguale: ed ha raggiunto il massimo a 38° C.

Come si rileva dalle due tavole, nella prima esperienza si è avuto una fermentazione più attiva alla luce del 0,90 % di quella avvenuta al buio; invece, nella seconda, è stata più attiva la fermentazione al buio del 3,33 %. Tali differenze, per essere troppo piccole ed in senso contrario vanno attribuite ad errori inevitabili. Onde si può concludere che la luce non ha spiegato azione sensibile sulla fermentazione.

Si son fatte altre esperienze, seguendo il metodo dell' azione continuata della luce sempre sullo stesso liquido.

In quest'esperienze si sono adoperati due tubi di vetro dell' altezza di 20 cent., e del diametro di 2,25. Il liquido fermentescibile, col lievito, veniva preso dal secondo apparecchio distributore descritto ; e se ne adoperavano 50 c. c. per ciascuno dei due saggi. L' an. carbonica svolta si assorbiva nella potassa caustica, come nell'esperienza sull' elettricità.

Do qui appresso i risultati di due esperienze ; come nelle precedenti, se il liquido tenuto alla luce avea fermentato dippiù, la differenza si fa precedere dal segno +, in contrario, dal segno —.

1ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	%
1° periodo, dalle 3 pom. del 4 alle 9 ant. del 5 settembre.	0,5130	0,5165	0,0035	0,67
2° » » 10 ant. » 4 pom. » » » . .	0,1510	0,1455	+ 0,0055	+ 3,64
3° » » » » » » » » 6 » . .	0,0660	0,0625	+ 0,0035	+ 5,30
4° » » » » » » » » 7 » . .	0,0525	0,0545	— 0,0020	— 3,66
5° » » » » » » » » 8 » . .	0,0610	0,0585	+ 0,0025	+ 4,09
6° » » » » » » » » 9 » . .	0,0380	0,0415	— 0,0035	— 8,43
7° » » » » » » » » 10 » . .	0,0190	0,0215	— 0,0025	— 11,62
	CO_2 svolta dal 2° al 7° periodo			
	alla luce G.r	al buio G.r		
Risultato complessivo	0,3875	0,3840	+ 0,0035	+ 0,90

2ª *Esperienza*

	CO_2 svolta dal saggio		Differenza	
	A G.r	B G.r	G.r	%
1° periodo, dalle 5 pom. del 2 alle 8 ant. del 3 ottobre.	0,7760	0,7635	0,0125	1,61
2° » » 10 ant. » 3½ pom. » » » . . .	0,3585	0,3575	+ 0,0010	+ 0,27
3° » » » » » » » » 4 » . . .	0,2130	0,2295	— 0,0165	— 7,19
4° » » » » » » » » 5 » . . .	0,1420	0,1340	+ 0,0080	+ 5,63
5° » » » » » » » » 6 » . . .	0,1360	0,1410	— 0,0050	— 3,54
6° » » » » » » » » 7 » . . .	0,0325	0,0345	— 0,0020	— 5,79
	CO_2 svolta dal 2° al 6° periodo			
	alla luce G.r	al buio G.r		
Risultato complessivo	0,8820	0,8965	— 0,0145	— 1,61

I risultati di queste due ultime esperienze, sono, nel loro insieme, di natura da escludere più che affermare un'influenza acceleratrice o ritardatrice della luce sulla fermentazione, e siccome a questa conclusione conducono anche le due esperienze

precedenti; così, credo che resti sufficientemente provato che la luce non esercita influenza notevole sul processo della fermentazione [1].

Ho eseguito ancora altre esperienze sull'influenza che esercita la pressione (da 0 ad 8 atmosfere) sulla fermentazione. I risultati ottenuti mostrano che le pressioni minori dell'atmosferica fanno diminuire l'attività della fermentazione: un piccolo aumento della pressione atmosferica riesce favorevole alla medesima, mentre un aumento maggiore la rallenta. I detti risultati verranno pubblicati quanto prima insieme ad altri che intendo raccogliere sull' istessa questione.

[1] Ben inteso che tale mia conclusione si riferisce solamente all'attività della fermentazione, la quale costituisce una funzione sola della vita del lievito, e non alla vitalità complessiva di tale essere. Per riconoscere quest'ultima influenza occorre, a mio credere, che la luce agisca per molto tempo e su molte generazioni di lievito. Avevo incominciato dell'esperienze in tale indirizzo, ma l'inverno sopravvenuto, con le sue rare e brevi giornate di sole, mi ha costretto ad interromperle.

Studio di due corpi della serie Maleinimide.

Memoria dell' ing. GIUSEPPE LA VALLE

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 3 febbraio 1884.

(Con una tavola).

Lo studio cristallografico dei seguenti corpi della serie *Maleinimide*, presenta relazioni degne di nota.

Il prof Groth studiò la Succinimide di formola chimica $C_2 H_4 (CO)_2 NH$ e trovò che cristallizza nel sistema trimetrico [1].

Il dottor Ciamician avendo preparato la *Bicloro*, $[C_2 Cl_2 (CO)_2 NH]$ e la *Bibromo, maleinimide* $[C_2 Br_2 (CO)_2 NH]$, per essi si ebbero i risultati seguenti:

I. — *Bicloro maleinimide.*

Sistema cristallino: Trimetrico.

$$a : b : c = 0,992242 : 1 : 1,593367.$$

Forme osservate (001) (010) (100) (334) (111) fig. 1.

Combinazione idem fig. 2.

Angoli	Misurati	Calcolati
001 : 334	59° 29′	*
334 : $\bar{3}$34	75° 24′	*
334 : 010	52° 23′	52° 38′ 34″
001 : 111	66° 19′	66° 9′.

Per tali misure goniometriche e per essere i cristalli piccolissimi e tabulari, con le facce piramidali sviluppate molto differentemente nello stesso individuo in modo da non potere ottenere immagini tutte nette e conseguentemente da tutte le facce misure precise, sarebbe rimasto il dubbio a poter concludere che il sistema cristallino sia il trimetrico, anzichè il dimetrico; ma le osservazioni ottiche in analogia ci hanno dato che la figura d'interferenza sulla faccia 001 sebbene differisca pochissimo da quella dei cristalli uniassi, senza alcun dubbio appartiene ai biassi giacchè non è precisamente ad anelli circolari, e di più si osserva un piccolissimo angolo degli assi ottici: da ciò si può concludere che la sostanza in parola sta al limite fra le sostanze cristallizzate del sistema trimetrico verso le dimetriche.

La sfaldatura è facile e mediocre secondo la faccia 001.

Il colore è bianco vitreo, ma che presto si altera all'aria.

L'abito è sempre il tabulare come in figura.

[1] Liebg's Annalen supl. bd 7. 118.

II. — Per la *Bibromo maleinimide* si è trovato:
Sistema cristallino: Monoclino.

$$a : b : c = 1,43421 : 1 : 0,96491.$$

$$\eta = 119° 59'.$$

Forme osservate (100), (001), (110), ($\bar{1}$11) fig. 3.
Combinazioni (100) (001) (110) ($\bar{1}$11) fig. 4 e 5.
(100) (110) ($\bar{1}$11).

Angoli	Misurati	Calcolati
110 : 100	51° 10′	*
100 : 001	60° 1′	*
001 : $\bar{1}$11	56° 55′	*
110 : 001	71° 30′	71° 44′ 16″
$\bar{1}$10 : $\bar{1}$11	51° 30′	51° 20′ 44″.

Sfaldatura perfetta e facilissima secondo (001).
Piano degli assi ottici (010).
Bisettrice acuta positiva normale a (001).
Dispersione inclinata insensibilissima.

$$\rho < v.$$

Alcuni cristalli si sono ottenuti dall' acetone e fra questi si sono trovati dei geminati ad asse di geminazione, la normale alla faccia e superficie di sfaldatura 001 fig. 6, 7 e 8.

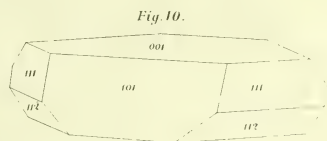
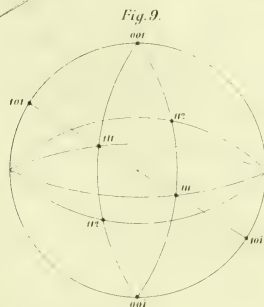
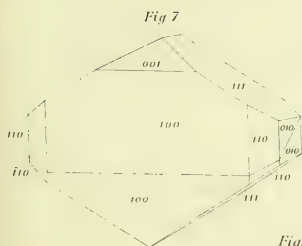
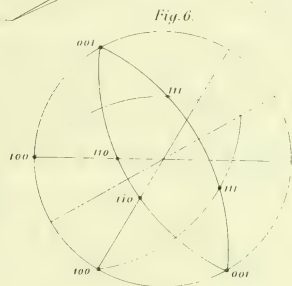
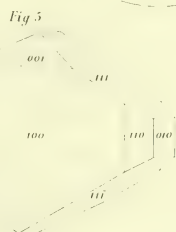
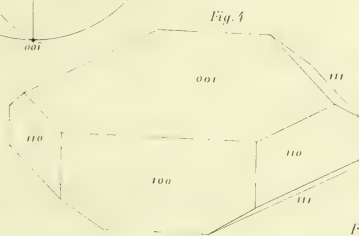
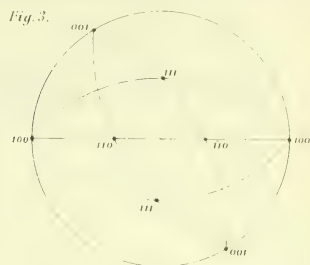
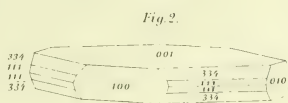
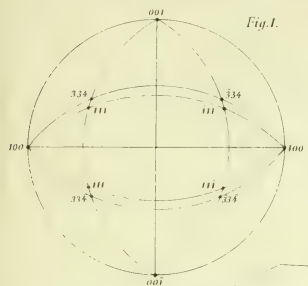
Questa sostanza, per le proprietà ottiche e per avvicinarla maggiormente alla bicloro ed alla succinimide si sarebbe pur potuto ritenerla trimetrica, dandole allora l'orientazione come nelle figure 9 e 10, cioè tenendo la (001) come pinakoide, (100) come altro pinakoide derivante per emiedria da un prisma parallelo all'asse delle y. e finalmente (110) e ($\bar{1}$11) come piramidi a sole quattro facce emiedriche.

Le costanti allora sarebbero:

$$a : b : c = 1,43421 : 1 : 2,49724.$$

e le forme (001) π (101) π (111) π (11$\bar{2}$).

Così si avrebbe un bellissimo e completo esempio di emiedria a facce parallele del sistema trimetrico non ancora osservato in altre sostanze, e di più l'analogia del sistema cristallino con le suddette due sostanze affini, bicloro e succinimide; ma il non potere fare le osservazioni ottiche a diverse temperature, l'abito eminentemente monoclino, di più la geminazione propria del sistema monoclino, fanno sì che il presente caso di emiedria non lo si può ammettere completamente e indubiamente, pur restando meritevole di menzione.

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

Sulle alterazioni dei globuli rossi nella infezione da malaria e sulla genesi della melanemia.

Memoria del prof. E. MARCHIAFAVA e del dott. A. CELLI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 2 dicembre 1883.

(Con due tavole)

Fra tutte le alterazioni, che nell'umano organismo determina la infezione da malaria, la più caratteristica è quella che occorre nel sangue e che si chiama *melaenmia* [1]. Questa discrasia consiste nella presenza nel sangue di pigmento giallo brunastro o nero, raramente libero, generalmente raccolto entro gli elementi cellulari bianchi. È facile verificare la esistenza del pigmento nel sangue, esaminandone uno strato sottilissimo; e nei soggetti morti di febbri perniciose si trova spesso grande copia di pigmento, libero o incluso entro elementi cellulari, nei vasi sanguigni della milza, del midollo osseo, del fegato, del cervello, dei reni, dei polmoni ecc. Quando la melanemia è cessata, rimane la *melanosi* della milza, del midollo osseo, del fegato, cioè la deposizione di granuli e di zolle pigmentarie attorno ai vasi sanguigni e nel tessuto connettivo perilobulare del fegato, verosimilmente entro e attorno i vasi linfatici. La melanosi attesta della melanemia pregressa.

La origine di questo pigmento fu da quasi tutti gli autori derivata dalla sostanza colorante dei globuli rossi, ma non vi è accordo nè sul luogo della formazione del pigmento, nè sul modo come veramente accade. Tale discordia risulterà chiaramente dal seguente riassunto storico della melanemia.

Le antiche scuole mediche [2] ammettevano che talora nella milza e nel sangue della vena porta si producessero materie nere capaci di divenire sorgente di malattie. La bile nera formava per essi un elemento essenziale della teoria umoristica, e Galeno la faceva accumulare nella milza, e cagionare l'ingorgo dei vasi sanguigni, l'ostruzione degli intestini, e i gravi disturbi nervosi. Lasciando però da parte le vedute degli antichi sull'atrabile ed i suoi effetti sull'organismo, fin dal secolo passato si cominciò a notare che alcuni organi si mostravano di colore nero, o nerastro, nelle febbri gravi da malaria. Così ad esempio Lancisi [3] parlando delle alterazioni trovate nei morti di febbri palustri dice: *Primum in iis qui ob tertianas perniciosas occiderunt, ingens malorum sedes sub aspectum venit in abdomine, ubi*

[1] La melanemia, per quanto sappiamo finora, occorre solamente nella infezione da malaria, ed ha caratteri così proprî che non si capisce come sia stata confusa da alcuni autori con altri processi patologici, p. e. colle diatesi emorragiche, colla cianosi congenita ed acquisita, col morbo di Addison ecc.

[2] Frerichs, *Clinica delle malattie del fegato.* Traduzione italiana. Napoli, 1867.

[3] *De noxiis paludum effluviis eorumque remediis.* Romae, 1727.

omnia livida, et potissimum hepar subfusci, ac bilis cystica atri coloris passim occurrerunt.

Mekel però fu il primo che osservò il pigmento nel sangue di un pazzo, e lo ritenne originato da una penetrazione di particelle colorate dalla milza nel sangue.

Virchow [1] scoprì quindi numerose cellule pigmentarie nel sangue e nella milza di un uomo morto idropico, in seguito a persistenti accessi di febbre intermittente, e suppose che il pigmento avesse la sua origine dalla milza, ed insistè nell'affermare la melanemia come una discrasia procedente dall'alterazione di un organo.

Tigri vide la melanosi della milza e designò tale alterazione col nome di *milza nera*.

Frerichs [2] descrisse accuratamente la melanemia e i suoi effetti sull'organismo. Egli osservò nel sangue granuli e molecole nere, elementi cellulari pigmentati ora simili ai leucociti, ora fusiformi, ora cilindrici. Oltre questi elementi pigmentarî Frerichs ritrovò accumuli di granuli neri tenuti insieme da una sostanza pallida, o aventi un involucro di sostanza jalina ora sottile, ora più largo, ma sempre a contorni indeterminati, e masse pigmentarie talora di forma cilindrica, con faccie parallele, circondate da una zona più o meno larga di sostanza traslucida, visibile talora soltanto da un lato. Quanto al luogo di formazione del pigmento, Frerichs ritenne che esso era la milza, donde il pigmento passava nel circolo generale. A ciò provare portò i seguenti argomenti: *a*) nella milza normale si trova pigmento; *b*) nella melanemia la milza si trova sempre più carica di pigmento; *c*) nel circolo generale si trovano epitelî pigmentati della milza. Frerichs credè però che talora il fegato potesse partecipare alla genesi del pigmento. Quanto poi al modo come si forma il pigmento Frerichs pensò che ciò accadesse perchè nelle iperemie malariche della milza il sangue dai capillari si versa in un sistema di vaste lacune, dove hanno luogo facili ristagni, donde la formazione di masse pigmentarie dalla distruzione dei globuli rossi. Che se questa formazione di pigmento non occorre nelle altre iperemie della milza ciò dipende perchè nella infezione malarica si determinano cambiamenti chimici nel liquido splenico, i quali insidiano la esistenza dei globuli rossi. Frerichs adunque confermò le vedute di Virchow che, cioè, nella febbre intermittente il pigmento si forma nella milza e da questa penetra nel torrente circolatorio.

Colin [3] ritiene invece che la formazione del pigmento abbia luogo non soltanto nei vasi della milza, ma ancora in quelli degli altri organi, e che questa formazione di pigmento non abbia nulla di specifico, perchè avviene eziandio in altre malattie, per es. nelle ghiandole linfatiche del mesenterio nel tifo e nella dissenteria. Nella infezione malarica però la distruzione dei globuli rossi è più rapida e più notevole che in altre malattie d'infezione.

Mosler [4] tende ad ammettere la dottrina di Virchow e Frerichs, cioè la formazione primitiva del pigmento nella milza. Egli ritiene che la particolare struttura della milza disponga a questa formazione di pigmento, cioè che il sangue, fluendo

[1] *Die cellular Pathologie.* Berlin, 1881.

[2] Loc. cit.

[3] *Traité des fièvres intermittentes.* Paris, 1870.

[4] Ziemssen, Handbuch. T. 8. Part. 2. Milzkrankeiten, 1874.

dai capillari nelle vie sanguigne intermedie, non raramente ristagni, così che si originano delle conglomerazioni di globuli rossi i quali gradatamente si convertono in pigmento. Ammette quindi, come Frerichs, le alterate qualità chimiche del succo della milza nel tumore da malaria.

Arstein ([1]) non accetta la dottrina di Virchow e Frerichs, poichè ritiene che il pigmento si formi nel sangue circolante e durante l'accesso febbrile. Egli dice che nel sangue si trova il pigmento libero quando la febbre ha preceduto di poco tempo, e che nella maggior parte dei casi tutto il pigmento si trova raccolto entro i globuli bianchi. Esaminò gli organi principalmente melanotici cioè la milza, il fegato, il midollo osseo. Nella milza trovò il pigmento intorno alle arterie, ai capillari e alle vene, e principalmente intorno a queste, e dentro a tutti questi vasi incluso entro i globuli bianchi. In casi recenti soltanto lo trovò in altri organi (cervello, reni ecc.). Arstein quindi ritiene che la dottrina sulla melanemia di Virchow e di Frerichs sia sfornita d'ogni appoggio di fatti. Egli crede invece che la melanemia sia primitiva e la melanosi secondaria, e ciò principalmente perchè la melanemia può constatarsi soltanto poco tempo dopo il parossismo febbrile (il che non si capirebbe se la melanosi della milza fosse primitiva) e perchè la disposizione del pigmento dentro il sangue circolante risponde perfettamente a quella che occorre per le materie coloranti (cinabro ecc.) introdotte nel circolo. Secondo Arstein adunque durante l'accesso febbrile si distruggono i globuli rossi, il pigmento che se ne forma viene rapidamente inghiottito dai globuli bianchi, i quali ristagnano nelle vene e nei capillari di quegli organi, dove la celerità della corrente è debole, vale a dire nella milza, nel fegato e nel midollo osseo. Quindi le cellule bianche pigmentate si depositano nei tessuti di questi organi, mentre nei capillari del fegato dimorano più lungamente. Quanto al modo di formazione del pigmento egli dice ignorarlo completamente perchè il processo di disfacimento non può essere seguìto nei corpuscoli rossi; ammette però la possibilità che la formazione del pigmento occorra nel siero del sangue dalla emoglobina uscita dai corpuscoli rossi. Egli non crede che il pigmento si formi entro le cellule bianche, secondo quello che Langhans ha osservato nelle emorragie, perchè nel sangue circolante si trova pigmento libero e non si trovano cellule globulifere. Queste però si trovano nella milza e nel midollo osseo, ma sono scarse in confronto della enorme quantità di pigmento, che si trova nel sangue circolante.

Mosler ([2]) in un lavoro posteriore al citato non si accorda con Arstein che il pigmento si trovi soltanto poco tempo dopo l'accesso febbrile, e che sia completamente erroneo il ritenere che la formazione del pigmento abbia luogo nella milza. Egli racconta il caso di un uomo affetto di febbri da malaria, nel quale la presenza del pigmento si trovò non soltanto durante e breve tempo dopo il parossismo febbrile, ma ancora varî mesi dopo ([3]). Egli quindi insiste nel ritenere che la formazione del pigmento occorra unicamente nella milza, o che per lo meno in

([1]) *Bemerkungen über Melänemie und Melanose.* Virchow's Archiv. T. 61.

([2]) *Ueber das Vorkommen der Melanemie.* Virchow's Archiv. T. 69.

([3]) Di casi analoghi a quello narrato da Mosler si osservano ancora nei nostri ospedali. Uno di noi ricorda di avere osservato nella Clinica medica del prof. Maggiorani un caso di melanemia,

questo organo accada più rapidamente e più abbondantemente in seguito alle gravi congestioni.

Lanzi e Terrigi [1] fanno notare la grande analogia che passa fra i granuli pigmentarî che si trovano nel sangue e negli organi nella melanemia con quelli che esistono nei terreni paludosi, e specialmente nell'interno delle cellule delle alghe palustri, e sospettano che i primi possano essere identici ai secondi, i quali penetrerebbero nell'organismo per le vie respiratorie.

Kelsch [2] in un accuratissimo lavoro riassume le osservazioni fatte in 1181 infermi d'infezione malarica acuta e cronica raccolti nell'ospedale di Philippeville. Egli si occupò principalmente dello studio del sangue e dello studio istologico degli organi principalmente offesi. Nel sangue egli trovò una diminuzione di numero dei globuli rossi, rilevata col metodo di Malassez. Quindi fa notare che vi sono poche malattie che producono una oligocitemia così rapida e così grave come la infezione malarica; venti o trenta giorni di febbre quotidiana semplice o di terzana bastano per abbassare la cifra dei globuli rossi da 5 milioni per mm.c. a 1 milione, e qualche volta fin sotto 500,000. La diminuzione dei globuli rossi ha il suo *maximum* di rapidità nello scoppiare della malattia, e va tanto più diminuendo quanto più il sangue diviene oligocitemico e gli accessi si allontanano. Nelle cachessie il numero dei globuli rossi rimane stazionario o presenta diminuzioni insignificanti. Oltre questa diminuzione dei globuli rossi, Kelsch ha trovato nel sangue dei malarici specialmente nelle febbri perniciose la presenza del pigmento o libero, o incluso in *masse jaline*, ma più sovente incluso nelle cellule bianche. Gli elementi melaniferi racchiudono 3 - 6 granuli di pigmento, talora messi in serie a corona nella periferia dell'elemento. Oltre questi elementi ne trovò altri che presentavano un riflesso brunastro accentuato nella zona marginale, in cui si riscontravano talora granuli finissimi neri, e nel sangue delle vene splenica e porta ravvisò la presenza di cellule melanifere, variabilissime nella forma e nelle dimensioni, cioè sferiche, poliedriche, ovoidi, allungate, in forma di biscotto, ecc. Dallo studio degli organi Kelsch viene alla conclusione che il pigmento melanemico si dispone assolutamente come il pigmento artificiale injettato nelle vene, o libero, o raccolto entro cellule. Quanto al modo di formazione del pigmento Kelsch respinge la dottrina di Virchow e Frerichs. In un caso di perniciosa fulminante egli trovò poco pigmento nella milza, mentre il sangue n'era ricchissimo. Egli quindi crede che il pigmento si formi nel sangue circolante. Egli inoltre non può ritenere che parecchi degli elementi melaniferi rappresentino lo stroma dei globuli rossi scolorati con granuli pigmentarî formatisi a spese dell'emoglobina, perchè non è dato riscontrare gli stadî intermedî di questa metamorfosi regressiva. Non ammette neppure la formazione intracellulare del pigmento, secondo Langhans, perchè il

nel quale in tutto il corso del male osservato in clinica la temperatura oscillò fra il 36 e il 37; una sola volta crebbe a 38, e nei due ultimi giorni al mattino il termometro non oltrepassò il 35,6, mentre nel sangue e durante la vita e dopo la morte si trovò molta copia di pigmento. (*V. Ragguaglio di due Turni di clinica medica di Roma del prof. Carlo Maggiorani* 1873).

[1] *La malaria ed il clima di Roma.* Roma, 1877.

[2] *Contribution à l'anatomie pathologique des maladies palustres endémiques. Observations sur l'anémie, la mélanémie et la mélanose palustre.* Archiv. de Physiol. nor. et path. 2 série. T. 2.

pigmento si trova anche libero nel sangue. Egli allora si rifugia nella ipotesi che la materia melanica esiste nel siero allo stato di soluzione e procede dalla distruzione dei globuli rossi; questa materia pigmentaria si precipita, quando il sangue ne è saturo, sotto forma di granuli, che sono tosto inclusi nei globuli bianchi, come accade pel cinabro injettato nel sangue.

Uno di noi (Marchiafava) [1] studiando la polpa splenica e il midollo osseo di bambini melanemici trovò globuli rossi, generalmente inclusi entro cellule bianche (*cellule globulifere*), i quali presentavano varia colorazione che dal giallo brunastro andava fino al nero più o meno intenso, prendendo l'apparenza di sferule nere di un diametro un poco minore di quello dei globuli rossi. Concluse allora che i globuli rossi non diano luogo alla formazione del pigmento dopo il loro disfacimento, ma che invece la conversione dell'emoglobina in pigmento nero occorra gradatamente entro il globulo rosso.

Klebs e Tommasi-Crudeli [2] studiando le alterazioni della milza nei conigli, ai quali aveano procurato artificialmente delle febbri malariche gravi, trovarono globuli rossi prima color nickel e conservanti la loro forma discoide, poi di colore nero e inclusi, isolati o aggruppati, entro cellule bianche, col disfacimento delle quali essi si liberano e si riducono in zolle. Conclusero quindi che la conversione dell'emoglobina in pigmento nero accade entro il corpuscolo rosso quando questo ha ancora la sua consistenza semifluida. Tommasi-Crudeli [3] inoltre ritiene che questa degenerazione dei globuli rossi occorra in tutto il sistema vascolare, e principalmente nei vasi della milza e in quelli del midollo osseo. Egli dice che nella melanemia ha luogo una *necrobiosi* dei globuli rossi prodotta da un'atrofia degenerativa specifica del loro protoplasma.

Afanassiew [4] fece i suoi studî nei malati delle truppe russe nell'ultima guerra russo-turca. Egli descrive le affezioni della milza, del fegato, dei reni, e del cervello nei cadaveri dei malarici. La sua descrizione è conforme a quella degli altri osservatori per quel che riguarda la milza, il fegato ed i reni. Nel cervello trovò distinto intorbidamento del protoplasma delle cellule nervose con ampliamento degli spazî pericellulari, le pareti dei capillari talora granulose, l'endotelio rigonfio, i granuli pigmentarî ora nel lume vascolare, ora nelle cellule endoteliali, ora negli spazi perivascolari. Descrive tali granuli, quando sono isolati e non hanno dato luogo alla formazione delle zolle, come perfettamente rotondi, di uguale grossezza, aventi un centro bruno splendente: sulla loro derivazione dalla sostanza colorante del sangue eleva dubbî, mette in campo se essi non derivino altronde, trova che hanno analogia coi *micrococchi cromogeni* di Cohn, e sospetta la loro natura parassitaria.

Alla storia della melanemia sono legati i recenti lavori di Laveran e Richard.

Laveran [5] ritiene che gli elementi pigmentati descritti in parte da Kelsch e diversi dalle cellule bianche melanifere rappresentino elementi parassitarî. Egli

(1) *Commentario clinico di Pisa.* Gennaio 1879.

(2) *Studî sulla natura della malaria.* Atti della R. Accademia dei Lincei. 1879.

(3) *Istituzioni di anatomia patologica.* Loescher. Torino, 1882-84.

(4) *Beitrag zur Pathologie der Malaria infection.* Virchow's Arch. t. 84, 1881.

(5) *Nature parasitaire des accidents de l'impaludisme* etc. Paris, 1881. Comptes rendus 1882.

descrive tre forme di questi elementi pigmentati da lui ritenuti di natura parassitaria: 1° Elementi allungati, affilati all'estremità, quasi sempre incurvati a semiluna, lunghi da $0^{mm},008$ a $0^{mm},009$, larghi $0^{mm},003$ in media; i loro contorni sono indicati da una linea finissima, il corpo è trasparente incoloro, salvo nella parte media ove esiste una macchia costituita da granuli nerastri; spesso dal lato della concavità si vede una linea finissima che riunisce l'estremità della semiluna. 2° Elementi sferici, trasparenti, del diametro delle emazie in media, contenenti granuli pigmentarî, che allo stato di riposo designano spesso un cerchio assai regolare, e allo stato di movimento si agitano vivamente; talora si osservano alla periferia di questi elementi dei filamenti finissimi, che sembrano inserirvisi, e che sono animati in tutti i sensi da movimenti rapidissimi, e che hanno l'estremità libera leggermente rigonfia; tali filamenti possono staccarsi e muoversi liberamente in mezzo alle emazie. 3° Elementi sferici, di forma irregolare, trasparenti e finamente granulosi, di $0^{mm},008$ a $0^{mm},010$ di diametro, contenenti granuli pigmentarî, che ora sono disposti molto irregolarmente alla periferia, ora si agglomerano sia nel centro, sia in un punto della periferia stessa. Si trovano inoltre nel sangue, secondo la descrizione di Laveran, elementi sferici, trasparenti, contenenti granuli pigmentarî mobili o immobili, elementi di un diametro più piccolo dei precedenti, ora isolati, ora riuniti, ora aderenti alle emazie e ai leucociti. Laveran crede che questi corpi pigmentati rappresentino stadî diversi di un elemento parassitario, che non può stabilirsi se appartenga agli animali o ai vegetali, che vive allo stato d'incistamento, e che allo stato perfetto diventa libero sotto forma di *filamenti mobili*. Oltre questi elementi Laveran notò nel sangue corpi brillanti, rotondi, mobili, senza carattere specifico, leucociti melaniferi, emazie che sembrano forate in uno o più punti, racchiudenti granulazioni pigmentarie, granuli pigmentarî liberi originanti dalla distruzione degli elementi parassitarî.

Richard [1] confermò pienamente le osservazioni fatte da Laveran, ma invece di ritenere, come quest'osservatore, che le forme piccole pigmentate si trovino aderenti ai corpuscoli rossi, le ritiene esistenti dentro i medesimi, dove si sviluppano, crescono e ne escono allo stato perfetto. Egli descrive questi corpi pigmentati parassitarî nei varî stadi di sviluppo entro i globuli rossi, fino che arrivati allo stato di maturità perforano la membrana (?) del globulo rosso, divengono liberi nel sangue, presentandosi così muniti talora di filamenti mobilissimi come i corpi descritti da Laveran.

Ambedue questi ultimi autori notano che negli organi dei soggetti morti d'infezione malarica grave, questi supposti parassiti si riconoscono nei capillari dal *pigmento* che alla loro periferia si trova disposto in serie circolare. È giusto notare subito che ad ambedue questi autori si deve il merito di aver fissato l'attenzione degli osservatori sopra elementi pigmentati veduti in parte già da altri (Frerichs, Kelsch ecc.) e che non sono le cellule bianche del sangue, ed al secondo cioè a Richard di aver notato che i corpi pigmentati si trovano entro i globuli rossi.

Da questo riassunto sulla storia della melanemia si vede chiaramente come le opinioni degli autori sono varie, tanto sul luogo di formazione del pigmento, quanto

[1] *Sur le parasite de la Malaria.* Compt. rend. 1882.

sul modo preciso col quale questo si forma. Vi è poi un' altra categoria di autori, dei quali alcuni sospettano la natura parassitaria dei granuli pigmentarî, altri ritengono questi come parte costituente l' elemento parassitario. Era dunque di qualche interesse ritornare allo studio della melanemia in modo più accurato, e impiegando i mezzi dei quali la tecnica microscopica si è recentemente avvantaggiata.

Questo studio non potè essere fatto con tutta la larghezza desiderata, perchè da qualche anno la infezione malarica in Roma e nella campagna romana è divenuta mite, e conseguentemente le forme malariche gravi non sono frequenti negli ospedali di Roma, dove però abbondano le forme leggere di febbri intermittenti. Tale diminuzione nella gravezza della infezione malarica ha la sua conferma ancora nella sala anatomica, dove nei cadaveri dei contadini morti per altre malattie non occorre così di frequente, come pel passato, di trovare la melanosi della milza, del fegato e del midollo osseo; melanosi la quale attesta della pregressa melanemia.

Gli studî, dei quali noi rendiamo conto, furono fatti sul sangue dei febbricitanti raccolti nell'Ospedale di S. Spirito [1] dal luglio alla metà di ottobre dell' anno 1883.

Il metodo da noi adoperato nell'esame del sangue fu il seguente.

Il sangue fu raccolto da una puntura o da piccola incisione con una lancetta in un dito de' febbricitanti nei varî stadî dell' accesso. Avanti di fare la puntura o l'incisione la pelle veniva accuratamente lavata con alcool, e si aspettava che questo avesse evaporato; la prima goccia di sangue spesso si allontanava e non si adoperavano che le successive. Sulla goccia di sangue che gemeva dalla ferita si poggiava delicatamente un coprioggetti, perchè su questo se ne depositasse una piccolissima parte, quindi rapidamente si comprimeva contro un altro coprioggetti, e poi si facevano strisciare l'uno sull'altro in maniera che sopra ciascuno restasse uno strato sottilissimo di sangue, il quale veniva disseccato passandolo due o tre volte sopra la fiamma di una lampada a spirito; quindi sul preparato si facevano cadere una o due goccie di una soluzione acquosa o alcoolica di *turchino di metilene* recentemente filtrata, e dopo qualche minuto si lavava largamente in un recipiente contenente acqua distillata, si disseccava di nuovo e si chiudeva il preparato in olio di garofano, in olio di cedro, o in balsamo. Come si vede chiaramente, il metodo di preparazione è quello adoperato per la ricerca di microrganismi e degli elementi cellulari nei liquidi, dovuto principalmente a R. Koch e a P. Ehrlich [2]. L'esame microscopico fu fatto colla lente di Zeiss $\frac{1}{12}$ (immersione omogenea).

Ora noi esporremo il risultato delle osservazioni.

I globuli rossi normali col metodo menzionato si colorano leggermente in turchino, o, se la sostanza colorante ha agito per poco tempo, e forse anche per ragione del grado del disseccamento, rimangono del loro colore giallognolo. I globuli bianchi presentano una colorazione turchina pallida del loro protoplasma, ed una

[1] Compiamo un dovere ringraziando il prof. F. Scalzi, direttore dell'Ospedale, il prof. E. Rossoni, incaricato dell' insegnamento della Clinica medica, e i medici primari ed assistenti dell'Ospedale, i quali tutti ci fornirono molti dei mezzi necessari al compimento dei nostri studî.

[2] Friedlaender, *Microscopische Technik zum Gebrauch bei medicinischen und pathologische-anatomischen Untersuchungen*. Kassel und Berlin. 1883.

colorazione intensa del nucleo, cioè della membrana nucleare e dei granuli e del reticolo nucleari. Le piastrine si colorano in turchino, un poco meno pallido del protoplasma delle cellule bianche. Ma nel sangue degli individui affetti dall'infezione malarica si trovano, in mezzo ai globuli rossi normali, altri globuli rossi che presentano alterazioni del loro protoplasma, le quali sono evidentissime in quei globuli che non si colorano in turchino. Queste alterazioni consistono nella presenza entro il globulo di corpicciuoli in numero vario, di varia grandezza e forma, i quali risaltano per colorarsi più o meno intensamente in turchino, ma sempre in tal grado da distinguersi nettamente dal protoplasma, colorato o no, del globulo rosso. Questi corpicciuoli, per procedere dalle forme più piccole alle più grandi, si presentano *a*) come granuli generalmente rotondi, che si colorano più o meno intensamente ed uniformemente in turchino, e si possono rassomigliare spesso a micrococchi; di questi se ne trovano entro un globulo rosso uno o più; in taluni casi circa due terzi dei globuli rossi presentano uno, due, raramente tre o quattro di questi corpicciuoli; la grandezza loro è varia, poichè se ne presentano di quelli simili a granulazioni piccolissime e di quelli grandi quanto un grosso micrococco: *b*) come corpicciuoli più grandi dei precedenti con un vacuolo nel centro, così da rappresentare anelli più o meno grandi, più o meno sottili; di questi anelli colorati se ne trovano di tale grandezza da occupare un terzo o anche la metà di un globulo rosso, di forma ora sferica, ora ovalare, ora irregolare, e quasi dentata, talora aventi un prolungamento sottile il quale o si termina libero nel protoplasma del globulo rosso, o si unisce ad un altro anello vicino; di tali forme se ne trovano una, due, tre o anche più entro un solo globulo rosso: *c*) come corpicciuoli più grandi dei primi, uniformemente colorati, o con vacuoli, di forma sferica, ovalare, fusata, semilunare, triangolare, talora formanti masse irregolarissime, le quali generalmente presentano nel loro interno granuli o zolle di pigmento nero, o nero rugginoso. Le masse più grandi, di forma regolare o no, invadono in taluni globuli rossi tutto il protoplasma colorato dalla emoglobina, del quale rimane o un sottile contorno, o un lembo in qualche punto della periferia più o meno sottile, talora appena visibile con esame accuratissimo. Accanto a questi globuli rossi così alterati, si trovano dei corpi colorati come le masse descritte, ricchi di zolle e di granuli pigmentarî, di forma sferica, ovalare, semilunare o irregolare. Questi corpi rappresentano evidentemente l'ultimo grado dell'alterazione del globulo rosso, il quale si converte così in un corpo senza emoglobina, che si colora col turchino di metilene, e contiene pigmento. Oltre questi globuli rossi, dei quali si possono seguire le fasi varie dell'alterazione fino alla conversione in una massa pigmentata, si trovano nei preparati frammenti di quest'ultima di varia forma, sempre pigmentati, e globuli bianchi nel cui protoplasma si trova pigmento in forma di granuli e di zolle più grandi di quelli trovati nelle masse incluse entro i globuli rossi.

Se al sangue uscente dalla ferita si mesce una goccia di acqua distillata purissima e poi si dissecca e si colora come nel primo metodo, allora si vedono insieme ai corpuscoli rossi normali, che hanno perduto l'emoglobina e che sono marcati da un contorno sottilissimo, altri che hanno ugualmente perduto l'emoglobina, che sono egualmente rivelati da un contorno sottilissimo, ma che contengono nel loro interno i corpicciuoli ricordati, intensamente colorati in turchino e nettamente distinti.

Abbiamo colorato il sangue con altri colori di anilina, acidi e basici, ed ecco il risultato ottenuto. Colla eosina i corpicciuoli si colorano in rosa pallido, mentre il resto del globulo rosso si colora intensamente in rosso giallastro; il pigmento rimane immutato. Colla vesuvina si colorano in rosso bruno. Colla tropeolina non si colorano affatto, e si riconoscono nel globulo rosso colorato di un bel giallo chiaro, come tante chiazze contenenti o no pigmento.

Esaminando il sangue a fresco, senza alcun trattamento, si vedono i soli corpicciuoli più grandi apparire come tante chiazze scolorate e pigmentate, come già in parte erano state descritte da Richard [1]. I globuli rossi nei quali si trovano i corpicciuoli piccoli, rotondi, analoghi a micrococchi appariscono normali, o se vi sono chiazze, queste non possono distinguersi da quelle lacune, che accidentalmente si formano nei globuli rossi normali. Le chiazze pigmentate si presentano di varia forma, ingrandiscono gradatamente e confluiscono fra loro cosicchè tutto il globulo rosso si converte in un corpo scolorato, di aspetto jalino, contenente granuli e zolle di pigmento. Quando il globulo rosso contiene uno o più corpicciuoli pigmentati, e si mantiene ancora una discreta quantità del suo protoplasma colorato, conserva costantemente la sua elasticità normale. Quando invece si è convertito in un corpo jalino pigmentato, talora conserva la sua elasticità, talora invece questa è diminuita, e il globulo alterato aderisce al porta o copri oggetti, nè si muove colla compressione o si muove lentamente. I granuli pigmentarî, che si trovano tanto nei globuli rossi chiazzati quanto nei globuli rossi completamente scolorati, formano le figure più svariate quando i globuli si muovono; cioè o si dispongono in cerchio alla periferia delle chiazze del globulo, o formano varî gruppetti circolari, o danno luogo ad altre forme irregolari. Quando i globuli rossi sono in riposo, i granuli pigmentarî o sono immobili, o si muovono vivacemente, come si muovono le granulazioni entro i globuli bianchi, specialmente in quelli che si ritrovano nel siero raccoltosi sopra il coagulo. Nei preparati di sangue a fresco s' incontrano altre forme di globuli rossi alterati, cioè di quelli che presentano una sola metà scolorata e di forma semilunare, avente nel centro o in un punto della periferia zolle pigmentarie, o di quelli che hanno perduto in parte o in tutto l' emoglobina, e che presentano nel centro una sola chiazza di pigmento nero, rotondeggiante, irregolare, avente talora la forma di un embrione. Inoltre si trovano corpi jalini rotondi o irregolari pigmentati, e globuli bianchi riccamente pigmentati. Trattando il sangue con acqua distillata, i globuli rossi alterati prima si deformano, poi prendono una figura perfettamente sferica come gli altri globuli rossi. Per l'azione dell' acido acetico concentrato e dell' alcool, i globuli rossi alterati si riconoscono dal pigmento che contengono; con una soluzione di potassa caustica il pigmento si scioglie lentamente dopo 10-15 minuti. L' azione del ferrocianuro potassico, e dell' acido idroclorico purissimo, non produce la reazione caratteristica del ferro nei granuli e nelle zolle pigmentarie.

Questo è il risultato dell' esame microscopico del sangue degli individui affetti d'infezione malarica, specialmente durante l' accesso febbrile.

Quest' alterazione dei globuli rossi viene ritrovata sempre nella infezione da malaria? A questa domanda noi dobbiamo rispondere che se in molti casi sono assai

[1] Loc. cit.

numerosi i globuli rossi alterati, in altri casi sono scarsissimi sì che bisogna fare varî preparati per trovarne, in altri casi infine non si arriva a trovarne. Se questa scarsezza o mancanza dell' alterazione dei globuli rossi fu più facile nelle forme leggere d' infezione malarica, cioè nella febbre intermittente semplice, si è però da noi anche notata in casi gravi di febbre, ritenuti clinicamente come infezioni da malaria. Nelle forme di *febbre perniciosa comitata* finite colla morte, abbiamo riscontrata sempre quest' alterazione, come pure in casi di *febbri subcontinue*. Quando si trovano nel sangue tali alterazioni dei globuli rossi, gl' individui presentano sempre un aspetto particolare nel decorso della malattia: cioè la loro cute si fa rapidamente giallo-terrea, la debolezza è gravissima, e si ristabiliscono più lentamente, più difficilmente. Sarà un argomento importante quello di studiare il rapporto fra il grado dell' alterazione del sangue, e l' andamento clinico della infezione.

Veniamo ora a dire più particolarmente dell'alterazioni trovate nel sangue e negli organi degli individui morti in conseguenza di febbri perniciose. Noi non parleremo che dei casi occorsi in questo anno, dopo cioè che avevamo studiato le alterazioni che occorrono nei globuli rossi durante la vita, e li esporremo per intiero, facendo precedere un cenno della storia, e l' esame del sangue avanti la morte.

1° caso. *Febbre perniciosa algida.* — « R. D. di anni 25 entrò all' ospedale il giorno 11 agosto sofferente di febbri intermittenti a tipo quotidiano, e n' ebbe varî accessi nell' ospedale stesso. Alla visita pomeridiana del giorno 14 fu trovato in istato di abbattimento profondo, con la pelle freddissima, cianotica e i polsi impercettibili. Furono fatte injezioni ipodermiche di chinina, che gli era stata amministrata internamente nei giorni antecedenti. Alle ore 2 $^3/_4$ antimerid. del giorno seguente morì.

L' esame del sangue a fresco fatto durante la vita dimostra numerosi globuli bianchi la maggior parte pigmentati: i globuli rossi non presentano alterazioni manifeste. Dopo la colorazione col metodo descritto si trova che molti globuli rossi presentano nel loro interno uno, due, raramente tre corpicciuoli, dei quali alcuni piccoli colorati più o meno uniformemente, ad altri alquanto più grandi, con vacuolo nel centro, si presentano come anelli turchini.

Autossia (ore 7 ant. del giorno stesso). Rigidità cadaverica persistente. Cute pallida.

Meningi e cervello con poco sangue. La sostanza grigia pallida.

Cuore normale: il miocardio di colore rosso grigiastro.

Polmoni leggermente edematosi.

Milza ingrandita due volte con numerosi infarti emorragici periferici recenti; parenchima molle di color rosso scuro.

Fegato di volume normale, con colorazione itterica della parte centrale dei lobuli.

Reni con capsula facilmente distaccabile, superficie grigiastra, glomeruli non prominenti, pallidi, sostanza dei tuboli contorti grigio-giallastra. Mucosa della pelvi e dei calici con numerose emorragie.

Lo stomaco presenta la mucosa rigonfia ed iperemica, sparsa di numerose emorragie.

Intestino normale; vescica dilatata.

Fu raccolto il sangue di varî distretti vascolari e ne furono fatti preparati colorati, come furono fatti collo stesso metodo preparati della polpa splenica e del midollo delle coste.

Questi preparati dimostrano all' esame microscopico numerosi globuli rossi contenenti i corpicciuoli osservati durante la vita; alcuni di questi corpicciuoli più grandi contengono pigmento; nel midollo osseo si osservano numerosi globuli rossi nucleati.

L' esame microscopico dei varî organi induriti coll' alcool e colorati o col bruno di Bismark o col turchino di metilene dimostra nei vasi sanguigni principalmente nei capillari i corpicciuoli descritti, intensamente colorati; se i globuli rossi sono riconoscibili per i loro contorni, questi corpicciuoli si vedono distintamente entro i medesimi, ma se i globuli rossi si disgregarono dando luogo al noto detritus grigio giallognolo, allora i corpicciuoli si vedono con uguale nettezza sparsi in quel detritus e però non si disfanno come i globuli rossi. Nei capillari dei varî organi, principalmente in quelli del cervello, questi corpicciuoli sono a tale distanza, quasi regolare, l' uno dall' altro, da far riconoscere che erano contenuti entro i globuli rossi anche quando i contorni di questi sono indistinti. Nel rene i capillari e le piccole vene presentano numerosi questi corpicciuoli, in mezzo ai globuli rossi convertiti in piccole granulazioni. In tutti i vasi sanguigni si trovano inoltre globuli bianchi pigmentati, e corpi pigmentati coloriti in turchino, rappresentanti l' alterazione ultima dei globuli rossi.

2° caso. *Febbre perniciosa comatosa.* — P. E. di anni 40 entrò nell' ospedale il giorno 29 settembre nelle ore pom. in un accesso di febbre perniciosa comatosa. Non si ebbero notizie anamnestiche, solo si potè sapere che proveniva dalla campagna. La morte ebbe luogo nella mattina seguente.

L' esame microscopico del sangue a fresco dimostra scarse cellule bianche pigmentate, globuli rossi con corpicciuoli pigmentati, numerosi corpi jalini di forma svariata, sferici, ovalari, fusati, semilunari contenenti granuli e zolle pigmentarie. Alcuni di questi corpi jalini hanno alla periferia una zona di protoplasma colorato dalla emoglobina; qualche forma semilunare si vede risultare da ciò che una metà del globulo rosso si è convertito in una massa jalina pigmentata della forma predetta, mentre l'altra metà è rimasta scolorata, e si vede solo il contorno sottile della medesima. L'esame fatto poco tempo prima della morte rivela un numero maggiore di globuli bianchi pigmentati.

I preparati colorati offrono numerosi globuli rossi contenenti corpicciuoli rotondi o nel centro, o alla periferia, o colorati uniformemente, o con vacuolo nel centro, ovvero anelli turchini di varia forma e grandezza.

Autossia (7 ore dopo la morte). Edema delle meningi molli. Sostanza cerebrale bianca sparsa di emorragie puntiformi (¹). Sostanza grigia di colore rosso cupo.

Edema polmonare bilaterale. Idrotorace. Idropericardio. Cuore normale, miocardio di colore rosso brunastro.

Milza di forma triangolare ingrandita il triplo, mollissima, di colore cioccolatte. Fegato di color grigio oscuro, lobuli indistinti.

Reni di colore grigio oscuro, e poveri di sangue. Midollo delle ossa corte e piatte del colore del parenchima della milza.

Nulla d' importante negli altri organi.

L' esame microscopico del sangue diè lo stesso risultato ottenuto durante la vita; forse i globuli rossi contenenti corpicciuoli erano più abbondanti.

Quanto all'esame degli organi induriti e colorati, merita di essere ricordato che

(¹) Dalle osservazioni fatte negli anni antecedenti da uno di noi (Marchiafava) e in parte anche da Ferraresi risulta che in taluni casi di perniciosa comatosa si trova la sostanza cerebrale, soprattutto nel centro ovale, gremita di emorragie puntiformi. Esse si ritrovano anche nella retina, dove però la presenza di emorragie puntiformi non deve fare argomentare che in quel dato caso di

i capillari del cervello si presentano distesi da globuli rossi, contenenti i corpicciuoli ricordati, intensamente coloriti dalle sostanze dette e senza ombra di pigmento: si riscontrano rarissimi nei capillari del cervello i globuli bianchi pigmentati, e le forme pigmentate osservate in vita.

3° caso. *Febbre perniciosa comatosa.* — M. L. carrettiere fuori Porta maggiore entrò nell'ospedale alle 10 ant. del 6 ottobre già in coma profondo e con febbre alta. Quelli che lo accompagnavano dissero che soffriva da qualche giorno di febbre e che sin dalla mattina lo aveano trovato in questo stato entro una stalla. Dopo l'injezione e l'amministrazione interna di chinina si riebbe alquanto, reagiva agli stimoli cutanei, ma non riacquistò i sensi. Poco dopo ricadeva nel coma profondo. Aveva dispnea gravissima, pulsazioni 140, temperatura 39°, color giallo sporco della cute, milza turgida e dolentissima, rantolo tracheale. Morì alle 6 pom.

Esame del sangue a fresco: globuli bianchi pigmentati in grande numero, parecchi globuli rossi con chiazze chiare contenenti granelli di pigmento nero.

Esame dopo diseccamento e colorazione: in circa la metà dei globuli rossi si trovano o corpicciuoli perfettamente sferici, intensamente colorantisi col turchino di metilene, o corpicciuoli più grandi con un vacuolo nel centro apparenti a guisa di anelli di varia forma e grandezza, taluni forniti di un prolungamento che termina libero, o che si unisce ad un anello prossimo.

« *Autossia* (12 ore dopo la morte). Cadavere di un uomo robusto. Nutrizione buona. Colore della pelle giallo livido. Congiuntiva bulbare leggermente itterica. Sulla faccia interna della dura madre a destra in corrispondenza del lobo frontale si trovano due emorragie ricoperte da membranelle sottili estendentisi oltre il loro limite e munite di numerosi vasellini sanguigni. Due altre emorragie aventi gli stessi caratteri a sinistra in corrispondenza delle circonvoluzioni centrali. Infiltrazione emorragica delle meningi molli nei poli occipitali. Sostanza bianca punteggiata. Emorragie puntiformi nel centro ovale dei lobi occipitali. Sostanza grigia di un colorito rosso plumbeo. La sostanza grigia dei gangli presenta la stessa colorazione ma in grado minore, come in grado minore la presenta la sostanza grigia del ponte, del bulbo, del midollo spinale.

Cuore di forma e volume normale: miocardio di colore brunastro, lacerabile; polmoni congestionati ed edematosi nelle parti posteriori.

Milza ingrandita il triplo, capsula tesa, parenchima color cioccolatte scuro, mollissimo. Glandole linfatiche dell'ilo della milza tumefatte, mollissime, di colore rosso cupo.

Reni pallidi, flaccidi.

Stomaco e duodeno con emorragie numerose nella mucosa.

Fegato di volume normale, ricco di sangue scuro; la superficie di sezione ha colore rosso lavagna.

Cistifellea turgida di bile.

Intestina normali, salvo l'ultimo tratto dell'ileo, che presenta chiazze iperemico-emorragiche e turgore molle dei follicoli agminati.

---

perniciosa sono occorse emorragie cerebrali, perocchè le emorragie nella retina possono essere isolate. Si danno casi di perniciosa comatosa nei quali l'emorragie si trovano in una zona limitata del centro ovale e della capsula interna, o del tronco del cervello. In un caso si trovarono emorragie soltanto nella capsula interna destra, e in un piccolo tratto del centro ovale soprastante. Tali reperti rendono ragione delle emiplegie che rimangono dopo un accesso di perniciosa comatosa. Uno di noi (Marchiafava) ha veduto una Signora la quale è emiparetica da un secondo accesso di perniciosa comatosa, superato or sono tre anni. Altri casi di paralisi dopo infezioni da malaria abbiamo veduto nel Gabinetto elettroterapico del prof. Brunelli. Che poi nelle forme perniciose occorrano frequentemente emorragie è noto a tutti i medici, anzi dalla sede di queste emorragie molte perniciose hanno nome, come la perniciosa emottoica, enterorragica, metrorragica, ematemetica ecc. È degno di menzione un caso di *perniciosa pneumorragica* osservato nell'ospedale di S. Spirito, e nel quale, all'autossia, si trovarono ambedue i polmoni colpiti da infarti emorragici invadenti quasi tutto il parenchima polmonale.

Vescica con poca orina torbida, contenente, come si trovò all'esame chimico, albumina e pigmenti biliari, e, come si notò all'esame microscopico, cellule rosse e bianche, cilindri granulosi di color giallastro, di vario calibro, alcuni contorti.

L'esame microscopico del sangue dà lo stesso risultato avuto durante la vita, però i corpicciuoli contenuti entro i globuli rossi sono evidentemente più numerosi, e ve ne sono di quelli pigmentati. Nei vasi sanguigni degli organi si hanno numerosi globuli rossi alterati nel modo più volte ripetuto. I vasi capillari del cervello si trovano distesi da globuli rossi contenenti un grosso corpicciuolo colorato in turchino o in rosso mogano, secondo che le sezioni si colorano col turchino di metilene, o colla vesuvina, e contenente sempre una zolla di pigmento di forma rotondeggiante. Questi corpicciuoli nei tagli di cervello indurato nell'alcool sembrano liberi entro i capillari, ma da un esame accuratissimo si rileva come essi sono *contenuti dentro* i globuli rossi. La polpa splenica e il midollo osseo sono ricchissimi di globuli rossi più o meno alterati, e il secondo contiene un ragguardevole numero di globuli rossi nucleati.

La milza e il midollo osseo di questi cadaveri servirono anche a ricercare se il pigmento nero che contengono dà la reazione del ferro che non si riuscì ad avere nello stesso pigmento incluso entro i globuli rossi. Come liquido di reazione facemmo uso di una soluzione di ferracianuro potassico (1 per 12) leggermente acidulata con acido idroclorico chimicamente puro. Piccoli branelli di milza melanotica tagliati e dissociati con aghi di vetro, e posti con una goccia del reagente sotto il microscopio, dimostrano la reazione del ferro in alcuni globuli rossi, in moltissimi globuli bianchi, ove però debole ed ove intensa, in molte cellule globulifere, delle quali alcune hanno la sola colorazione diffusa del solo protoplasma, altre presentano la stessa reazione nei globuli rossi inclusi [1]. Ma neppure dopo 24 ore di azione del reagente la massima parte dei granuli e delle zolle pigmentarie perde il proprio colorito nero rugginoso. Collo stesso risultato negativo fu ripetuto il trattamento in fegati e cervelli contenenti pigmento; in questi però si avea una leggiera colorazione azzurra dei corpicciuoli inclusi entro i globuli rossi, mentre rimaneva inalterato il pigmento che essi contenevano. Nessun aiuto ad ottenere la reazione si ebbe dalla temperatura gradatamente ascendente fino a 80° C. Del resto già il Perls [2] aveva osservato che nella milza e nel fegato non tutto il pigmento nero dà la reazione del ferro, come non la danno i pigmenti biliari, l'ematoidina, il pigmento della coroide, e il suo omologo nella retinite pigmentosa.

Da questi tre casi caratteristici d'infezione malarica terminati colla morte si ha una conferma della esistenza dell'alterazione dei globuli rossi, specialmente dal fatto che i capillari dei vari organi, sopratutto del cervello, si mostrano ripieni di globuli rossi contenenti corpicciuoli, in due casi, quasi tutti iniziali, rotondi, piccoli, e non aventi affatto granuli di pigmento. È da notarsi ancora il fatto che essi corpicciuoli non sono liberi, ma invece sempre contenuti entro i globuli rossi,

[1] Confronta in proposito anche gli *Studî patologici e chimici sulla funzione ematopoetica*. Memoria di G. Tizzoni e M. Fileti. Atti della r. Accademia dei Lincei, anno 1880-81, vol. X.

[2] Virchow's Archiv., T. 39.

e che soltanto sembrano liberi quando i contorni di questi andarono perduti per l'azione dell' alcool.

Da quanto abbiamo finora esposto è dimostrato evidentemente che nella infezione da malaria occorre nei globuli rossi un' alterazione, la quale può essere seguita in tutte le sue fasi, e che si inizia colla presenza di granuli o corpiccioli generalmente sferici. colorantisi con alcuni colori di anilina, procede coll' ingrandimento di questi corpicciuoli, colla loro fusione, e colla formazione di pigmento nerastro in forma di granuli e di zolle, e termina col ridurre il globulo rosso in un corpo pigmentato, di aspetto jalino, il quale quindi si disfà e il pigmento libero viene incluso nelle cellule bianche, e da queste depositato in alcuni organi (milza, midollo osseo, fegato).

Ora qual' è la natura di questa alterazione dei globuli rossi?

Che l'alterazione debba ritenersi di natura regressiva è fuori d' ogni dubbio, anzi essa può essere definita con Tommasi-Crudeli come una *necrobiosi del globulo rosso*, nella quale avviene la trasformazione della emoglobina in melanina, e per la quale di esso non rimane che un cadavere circolante, e per conseguenza incapace a compiere la sua funzione vitalissima. Ciò ammesso si può già stabilire in rapporto alla questione della sede di formazione e della genesi del pigmento nella melanemia: 1° *che il pigmento si forma dentro i vasi sanguigni e nel sangue circolante*; 2° *che esso procede dalla sostanza colorante del globulo rosso e si forma proprio entro il protoplasma di questo.* La prima conclusione è evidente, ammesso che il pigmento si forma entro i globuli rossi circolanti, ed è conforme a quanto aveano già stabilito Kelsch ed Arstein. Si comprende da sè la ragione per la quale non si può tener conto della ipotesi che il pigmento si formi dal sangue stravasato nelle emorragie della milza e di altri organi. La seconda conclusione non è meno evidente, perchè mentre si decolora il globulo rosso si deposita pigmento nero, e di questa decolorazione e pigmentazione si possono seguire tutte le fasi. Kelsch, come fu detto di sopra, avea già il dubbio che molte delle forme pigmentate rappresentassero globuli rossi decolorati e pigmentati, ma abbandonò questa idea perchè non gli riuscì di vedere tutti i gradi della pigmentazione, e pensò che il pigmento si formasse liberamente nel plasma del sangue dalla emoglobina discioltavi.

Sulla causa di tale necrobiosi dei globuli rossi noi per ora non possiamo dire alcunchè di preciso, come nulla si può dire sulla causa delle degenerazioni e delle necrosi di altri organismi elementari, in altre malattie d' infezione. Il dire che la malaria attacca i globuli rossi e ne determina il disfacimento è ripetere quello che l' osservazione clinica avea già fatto argomentare. Baccelli (¹) difatti dice da ben lungo tempo che la malaria colpisce non soltanto il sistema ganglionare, donde i processi congestivi da paralisi vasomotoria, ma insidia ancora alla esistenza dei globuli rossi, che perdono la loro attività funzionale e si disfanno. Se non che nella alterazione dei globuli rossi da noi descrittasi manifestano talune particolarità degne di fissare l'attenzione dell'osservatore. L' iniziarsi dell' alterazione è segnato dall' apparire entro i globuli rossi granuli o corpicciuoli

(¹) *La perniciosità.* Lezione clinica. Archivio di medicina, chirurgia ed igiene. 1869.

generalmente sferici, che si colorano intensamente con alcuni colori di anilina. Rappresenterebbero questi corpicciuoli microrganismi, che invadono i globuli rossi e penetrano nel loro protoplasma? L'ipotesi non potrebbe essere più seducente, ma questi soli caratteri non valgono a farla accettare. Le granulazioni delle *Mastzellen* di Ehrlich presentano caratteri analoghi a micrococchi, e pure non sono che granulazioni del protoplasma.

Noi abbiamo provato di risolvere la questione tentando di coltivare il sangue dei malarici, per vedere se quei corpicciuoli si moltiplicassero. I primi tentativi fatti non sono riusciti. Così non riuscirono le colture di sangue fatte nella gelatina di Koch, quantunque si variassero in più modi le condizioni dell'ambiente; difatti la temperatura della stufa nei primi esperimenti si tenne a calore febbrile, ma poi nei successivi sperimenti per consiglio anche del prof. Filehne che si trovava in Roma per altri studi, si mantenne a quello normale del corpo umano, e poi a temperatura gradatamente più bassa fino a 30° C. Furono scelti per le colture i sangui dove i globuli rossi mostravano il principio dell'alterazione, cioè i piccolissimi corpicciuoli. Le altre condizioni per la buona riuscita di una coltura furono nel maggior numero delle volte così bene ottenute, che attorno alle goccioline di sangue e in altre parti non si ebbe il minimo sviluppo di microrganismi. Nelle stesse condizioni non sono riuscite ripetute colture fatte in ossiemoglobina preparata secondo gl' insegnamenti di Hoppe Seyler, e fornitaci dal prof. Rossoni. Dopo l' insuccesso di questi tentativi se ne fecero altri fondati sulla opinione personale che a questi supposti parassiti del globulo rosso si dovesse, per vederne lo sviluppo fuori dell'organismo, fornire un terreno di coltura chimicamente analogo o identico a quello del globulo rosso. La necessità di adoperare temperature sterilizzanti senza contemporaneamente alterare l'emoglobina è stata causa che altri tentativi riuscissero in fallo. Finalmente con un lungo processo si riuscì a preparare un terreno solido di coltura abbastanza rispondente alle condizioni dette. In questo terreno fu messa una goccia di sangue, raccolto con tutte le precauzioni, da un dito di un giovane sorpreso nel momento del brivido iniziale di una febbre intermittente ordinaria. La temperatura della stufa era di 36°-36°, 5. Or bene nei primi tre giorni attorno alla gocciolina di sangue non si avvertì alcun cangiamento, ma nel quarto giorno s' incominciò a vedere un alone di colore grigiastro che, esaminato col metodo col quale si esaminava il sangue, si dimostrò costituito da corpicciuoli rotondi di varia grandezza, i più grandi scolorati nel centro e simili ad anelli. Nei terreni testimoni nulla si rivelò. Fatte due seconde colture alla stessa temperatura e nello stesso terreno, questo si disseccò e si solidificò rapidamente così da non permettere un ulteriore sviluppo. A questo inconveniente imprevisto si sarebbe già rimediato, ma volgendo al fine la stagione della malaria, non si potè trovare un buon sangue da farne coltura, e d' altra parte non riuscì il tentativo fatto per ottenere successive colture dall' alone disseccato della prima. Malgrado l' apparente identità delle forme vedute nei preparati della coltura con quelle che si trovano nel sangue in taluni casi specialmente di perniciosa, non crediamo che se ne possano trarre conclusioni. Noi abbiamo soltanto riferito il fatto; studi ulteriori diranno della sua significazione.

Nello stato d' incertezza in cui ci troviamo riguardo alla natura di quei corpicciuoli, si comprende da sè che non può dirsi in alcun modo se per avventura esista qualche rapporto fra i medesimi e le forme bacillari descritte da vari osservatori nel sangue dei malarici. A proposito delle quali noi ci permettiamo una breve digressione.

Dopo gli studî di Klebs e Tommasi-Crudeli [1] furono descritte da uno di noi (Marchiafava) e da Cuboni forme bacillari esistenti nel sangue dei malarici, rigonfiate all' estremità e talvolta anche nel mezzo, di varia lunghezza e dotate di movimenti vivacissimi serpiginosi e di traslazione. Appresso furono descritte le stesse forme di Marchand [2] e da Ziehl [3]. Marchand trovò nel sangue di un febbricitante forme bacillari con estremi leggermente rigonfiati, aventi circa la lunghezza della metà di un globulo rosso, e dotati di movimenti vivaci. Ziehl trovò nel sangue di tre febbricitanti per malaria piccole forme bacillari, rigonfiate all'estremità, moventisi lentamente, ma le trovò egualmente nel sangue di un diabetico che non avea febbre, e nel quale suppose una infezione malarica occulta. In tutti e quattro i casi la chinina fece dileguare quelle forme. Se non che ulteriori osservazioni dimostrano che la natura parassitaria della maggior parte di esse forme è soltanto apparente. Nelle osservazioni fatte in questo anno sul sangue a fresco si trovarono talora quelle forme e sopratutto le piccole, descritte ancora da Marchand e da Ziehl, provviste di rigonfiamenti all'estremità, dotate di movimento vivacissimo e trascorrenti fra i globuli rossi fermi: ma non si trovarono le forme lunghe 2, 3, 4 volte i globuli rossi con rigonfiamenti terminali e centrali, il che ci fece ritenere che quelle forme si producessero dopo l' estrazione del sangue e a causa del metodo, col quale veniva questo esaminato. Il sangue difatti per lo passato si raccoglieva in tubetti di vetro rigonfi al centro, e che si chiudevano alla lampada, e poi si mettevano in posizione verticale per fare l'esame del siero raccoltosi sul coagulo. E in questo siero si trovavano le forme bacillari lunghe e più ricche di rigonfiamenti, le quali si pensò se non potessero originare dall'azione del calore della lampada sui globuli rossi. È noto difatti come il calore è un agente che ne produce le più svariate alterazioni. Alcune di queste sono state completamente descritte e si trovano disegnate in tutti i libri d'istologia (Frey, Ranvier, etc.), nei quali si legge pure che i frammenti originati dallo spezzamento dei globuli rossi, mantengono il colorito di questi, e sono in preda al solo movimento browniano. Ora noi abbiamo ripetuto le osservazioni sul sangue d' individui sani, raccogliendolo nei tubetti indicati e sottoponendolo ad una temperatura di 42°-48°; e così oltre globuli rossi che hanno completamente perduto l' emoglobina, ed altri che la presentano spezzettata entro i medesimi, come le goccioline di grasso entro il protoplasma di elementi cellulari, si veggono talora globuli rossi dai quali partono prolungamenti di varia lunghezza (2, 3, 4, 5 volte il diametro dei medesimi), regolarissimi, terminati da un rigonfiamento, i quali sono in preda a movimenti serpiginosi flagellanti i globuli rossi circostanti. Alcuni di questi filamenti si vedono, dopo lunga osservazione, farsi liberi e allora, rigonfiatasi anche l'estremità che si distacca,

(1) Loc. cit.

(2) *Kurze Bemerkung zur Aetiologie der Malaria*, Virch. Arch. 88.

(3) *Einige Beobachtungen über den Bacillus malariae* d. me. Woch. 48.

non rimangono in riposo, ma dotati di movimenti vermicolari e spirilliformi passano in mezzo ai globuli rossi fermi e traversano il campo microscopico rapidamente. Inoltre siffatte forme si vedono ancora sebbene più scarse, senza l'azione del calore, così nel siero raccoltosi sul coagulo, sopratutto se il sangue è di un febbricitante, come nel sangue raccolto direttamente sul coprioggetto. È ragionevole pertanto il ritenere, come ha già notato anche Tommasi-Crudeli ('), che molte delle forme descritte nel sangue dei malarici siano dovute a questi filamenti uscenti dai globuli rossi, e che si conformino in guisa da imporsi all'osservatore come forme bacillari. Restano a studiare meglio le forme piccole descritte anche da Marchand e da Ziehl, le quali finora non si riescì in nessun modo a colorare e a farne preparati da conservarsi.

I filamenti mobili descritti da Laveran e Richard e rappresentanti, secondo il primo, il parassita allo stato perfetto hanno gli stessi caratteri di quelli ora descritti e originano allo stesso modo. Noi abbiamo veduto nel sangue a fresco che quando la degenerazione del globulo rosso è quasi completa, e del protoplasma normale non rimane che una zona sottile, raramente ne fuorescono filamenti mobilissimi, i quali dopo un tempo più o meno lungo si fanno liberi. Questi filamenti non si colorarono mai coi colori di anilina da noi usati, e per quanto accurato esame si sia fatto, non è mai riuscito di vedere prolungamenti colorati nei globuli rossi degenerati e pigmentati. Le forme semilunari di Laveran originano da ciò, che soltanto una parte del globulo rosso si converte in un corpo semilunare pigmentato, mentre l'altra si decolora, e non ne rimane che il contorno sottile, che solo di rado riesce vedere nei preparati colorati e chiusi nel balsamo.

Lasciando ora la digressione su queste forme di pseudomicrorganismi, veniamo alla ultima parte delle osservazioni e delle ricerche da noi fatte in questo anno.

Abbiamo veduto come in taluni casi, a cagione dell'alterazione descritta, una quantità enorme di globuli rossi muoiano e si disfacciano. Ora dobbiamo aggiungere che nel sangue degli stessi malati dove occorre tanta distruzione di cellule rosse, si trovano *globuli rossi nucleati*, *globuli rossi più voluminosi* (*macrociti*) e *globuli rossi che si colorano diversamente da quelli ordinari.*

Fra i casi nei quali ci fu dato d'osservare questo fatto citiamo il seguente:

C. L. d'anni 19 di Roma, carrettiere, entrò nell'ospedale il 10 settembre. Non avea mai per l'addietro sofferto febbri da malaria. Dal giorno 1° settembre al giorno 8 ebbe accessi di febbre intermittente a tipo quotidiano. Dal giorno 8, secondo egli asseriva, la febbre non l'avea più abbandonato. Nella visita dell'ammalato, poche ore dopo l'ingresso, si trovò febbre altissima (41°), la pelle di color giallo terreo, la milza tumefatta e dolente alla palpazione, il sensorio ottuso. L'esame del sangue presentò numerosi globuli rossi alterati nel modo descritto, globuli bianchi pigmentati. Si fece una injezione di bisolfato di chinina. La mattina dell'11 febbre a 38°5, la sera a 40°. Nuova injezione di bisolfato. L'esame del sangue diede lo stesso risultato. La forma subcontinua durò fino al giorno 15, nella sera del quale la temperatura segnava 37°7. L'esâme del sangue presentò sempre le note alterazioni dei globuli rossi, senonchè dal giorno 13 in poi cominciarono a trovarsi nel sangue *globuli rossi nucleati*, *globuli rossi assai voluminosi* aventi talora un diametro quasi doppio di quello dei globuli rossi normali; il numero dei globuli bianchi e delle piastrine era evidentemente aumentato. Dal giorno 15 in poi il miglioramento seguitò costante salvo leggeri aumenti di temperatura nelle ore della sera, che durarono fino al giorno 21. L'esame del sangue fu proseguito fino

(') Loc. cit.

al giorno 28 nel quale il malato abbandonò guarito l'ospedale, e mentre i globuli rossi alterati e pigmentati, e le cellule bianche pigmentate andavano scemando, crescevano i globuli rossi nucleati, e i macrociti, i quali alla loro volta scemarono anche essi finchè alla sera del giorno 27 se ne trovarono in numero scarso. Intanto la convalescenza fu abbastanza breve, l'appetito si manifestò presto e vorace, le forze che erano stremate, ritornarono sollecitamente.

I globuli rossi nucleati e i macrociti trovati in varî altri casi d'infezione malarica acuta durante la malattia e la convalescenza si riconoscono nei preparati a fresco e in quelli disseccati e colorati. In questi colorati col turchino di metilene i globuli rossi nucleati presentano il protoplasma di un colore turchino verdognolo, il contorno e i corpicciuoli del nucleo di un turchino cupo. La loro forma è svariata, il loro protoplasma ora è abbondante, ora scarso, ora scarsissimo talora esistente da un solo lato del nucleo, o contornante questo con zona sottile. Generalmente contengono un solo nucleo e grosso, ma talora hanno due nuclei, uno in via di scissione o gemmante. Questo nucleo spesso si vede *uscente dal protoplasma*. I macrociti che nei preparati a fresco si presentano assai pallidi si colorano col turchino di metilene in turchino verdognolo meno intenso di quello del protoplasma dei globuli rossi nucleati. Le piastrine si colorano leggermente in bleu e si presentano o sole o aggruppate quasi sempre con contorni nettissimi. Ma nei preparati disseccati e colorati si riconoscono oltri i globuli rossi nucleati e i macrociti, globuli rossi del volume normale, i quali però, a differenza degli ordinari, prendono col turchino di metilene una colorazione identica a quella dei macrociti.

Ora quale è il significato della presenza di tutti questi elementi e principalmente dei globuli rossi nucleati?

È noto che i globuli rossi nucleati non si trovano normalmente nel sangue circolante nella vita estrauterina salvo nei primi giorni della medesima, ma vi si trovano abbastanza frequentemente nelle anemie gravi essenziali e sintomatiche in numero più o meno grande, mentre sono abbondantissimi nel midollo osseo e talora anche nella milza ([1]). Ehrlich ([2]) disseccando e colorando i preparati di sangue insegnava il metodo di trovarli più agevolmente. Finora però non furono descritti in malattie acute d'infezione. La loro presenza nella infezione malarica acuta così negli ultimi tempi della malattia come nella convalescenza sta senza dubbio in rapporto colla distruzione diretta di un numero maggiore o minore dei globuli rossi, ed è certo indizio che la funzione degli organi emopoetici ei è fatta più energica perchè si compia più rapidamente e in ragione del bisogno la rigenerazione di quegli organismi elementari in sì grande numero distrutti ([3]) Quanto ai *macrociti* e ai globuli rossi che si colorano diversamente dagli ordinari essi rappresentano evidentemente

([1]) In un caso di anemia gravissima da stenosi pilorica occorso ad uno di noi (Marchiafava) in una giovane, nel sangue si trovarono numerosi globuli rossi nucleati (in ogni preparato 10, 12). Dopo la morte se ne trovarono in numero enorme nel midollo osseo, e in numero notevole nella polpa splenica.

([2]) Berl. Klin. Woch. 1881, n. 3.

([3]) Il sig. prof. Eugenio Rossoni ci ha gentilmente comunicato di avere più volte rilevato coll'*analisi spettrale fotometrica di Vierordt* la diminuzione della quantità della emoglobina nel sangue dei febbricitanti per malaria, in rapporto approssimativo colla quantità di globuli rossi alterati; come pure di aver notato l'aumento graduale giornaliero della quantità della emoglobina nei convalescenti da grave infezione malarica e nel cui sangue si ritrovavano numerosi globuli rossi nucleati.

globuli rossi giovani, che hanno di fresco perduto il nucleo e ciò è d'accordo con quanto hanno già veduto Bizzozero e Salvioli ([1]) nel sangue degli animali resi anemici per salassi ripetuti allo scopo di studiare la ematopoesi nella milza.

Dopo avere osservato che nel sangue dei malarici dove ha luogo la distruzione dei globuli rossi si trovano globuli rossi nucleati, volemmo vedere se questi comparissero nel sangue nei casi ne'quali si fosse prodotta sperimentalmente la distruzione dei globuli rossi. Come agente distruttore scegliemmo l'acido pirogallico dimostrato tale dagli sperimenti di Neisser, Afanassiew ecc., e come animale di esperimento il cane

1ª *Esperienza.* — Cane bianco di media taglia.

3. 10. 83. Ore 11 ant. Iniezione sottocutanea di cc. 10 di acqua distillata avente in soluzione gr. 0,5 di acido pirogallico.

7 pom. L'animale non presenta alcun malessere.

4 Ore 11 antim. Iniezione sottocutanea di gr. 1 di acido pirogallico sciolto in gr. 10 di acqua distillata.

Ore 1 pom. Esame del sangue. — Numerosi globuli rossi in via di disfacimento, o ridotti a semplici corpi scolorati, zolle di emoglobina di varia grandezza che si colorano colla eosina.

L'animale è abbattuto; emette orina colore oliva, non v'è ittero.

Alle ore $5\frac{1}{2}$ fu trovato morto.

Autossia. — Tutti i visceri si presentano di un colore grigio plumbeo. La milza turgida e di colore nero. Il fegato di colore plumbeo scuro. La cistifellea sovrempita di bile fluente. Il rene dello stesso colore. La vescica vuota. Il midollo delle ossa di color cioccolatte. I coaguli del cuore e dei vasi di color nero. L'esame del sangue dimostrò globuli rossi in via di disfacimento, numerosi globuli rossi perfettamente scolorati, granuli e zolle di emoglobina, e varî *globuli rossi nucleati.* La polpa splenica e il midollo osseo specialmente questo ultimo mostrano *numerosi globuli rossi nucleati.*

2ª *Esperienza.* — Cane nero di piccola taglia.

5. 10. 83. Ore 10 ant. Iniezione sottocutanea di gr. 0,5 di acido pirogallico sciolto in cc. 10 di acqua distillata.

Ore 1 pom. Esame del sangue negativo.

6. Ore 7 pom. Esame del sangue. Si trovano scarsi globuli rossi in via di disfacimento.

7. Ore 10 ant. Iniezione come sopra.

Ore 11 ant. Esame del sangue: grande numero di globuli rossi in via di disfacimento, e scarsi globuli rossi nucleati.

L'animale è molto abbattuto ed emette orina verde oliva. L'esame microscopico dell'orina ci dimostra cilindri e zolle di emoglobina. Non vi è ittero.

8. Ore 11 ant. Esame del sangue. Minor numero di globuli rossi in via di disfacimento. Globuli rossi nucleati.

L'animale si riebbe gradatamente finchè il giorno 15 l'esame del sangue non dimostrò più ne' globuli rossi alterati, nè globuli rossi nucleati.

3ª *Esperienza.* — Cane nero piccolo.

11. 10. 3. Ore 12 merid. Iniezione sottocutanea di gr. 1 di acido pirogallico sciolto in c. 10 di acqua.

12. Ore 8 ant. Il cane è abbattuto sonnolento, non mangia, emette orina verdognola, e vomita liquido verde giallognolo striato di sangue. Le sclerotiche non sono itteriche. L'esame del sangue dimostra numerosi globuli rossi in via di distruzione, globuli scolorati, zolle di emoglobina.

Ore 5 pom. Esame del sangue come sopra. L'animale seguita nello stesso stato.

13. Esame del sangue. Come sopra. L'animale seguita ad essere abbattuto, è sonnolento e non mangia.

([1]) *Ricerche sperimentali sulla Ematopoesi splenica* — *Archivi di Bizzozero*, vol. IV. n. 2.

14. Esame del sangue a fresco e colorato. Si trovano globuli rossi nucleati scarsissimi, e globuli rossi di volume assai maggiore del normale. Seguitano le stesse condizioni del cane.

15. Esame del sangue come sopra. L'animale è abbattuto.

16. Ore 9 ant. Il cane è trovato morto.

Autossia. — Tutti gli organi si presentano di color grigio plumbeo. Furono fatti numerosi preparati disseccati e colorati del sangue del cuore destro. In ognuno si vedono numerosi globuli rossi in via di disfacimento, globuli rossi normali, globuli rossi aventi un diametro maggiore e talora doppio dei normali, globuli rossi del volume normale ma che si colorano in turchino verdognolo, scarsi *globuli rossi nucleati* (4-5 per preparato), numerosi globuli bianchi meno o polinucleati con protoplasma granuloso o jalino, cellule endoteliali. Nella polpa splenica si trovano numerose cellule bianche contenenti frammenti colorati di globuli rossi, e *globuli rossi nucleati*. Il midollo delle ossa macroscopicamente di colore rosso cupo contiene cellule bianche contenenti frammenti di globuli rossi, le cellule proprie del midollo, o cellule a nucleo gemmante e globuli rossi nucleati in maggior quantità che nella milza e nel sangue del cuore. I globuli rossi nucleati tanto del sangue circolante quanto della milza e del midollo osseo si dimostrano più evidenti colorando col turchino di metilene i preparati disseccati al calore [1].

Da questi esperimenti risulta adunque che producendo la distruzione dei globuli rossi, dopo un tempo brevissimo, si trovano nel sangue circolante globuli rossi nucleati, globuli rossi di volume superiore al normale e globuli rossi che si colorano diversamente dagli ordinari, elementi tutti i quali poi si riscontrano più abbondanti nella milza e nel midollo osseo dopo la morte dell'animale. Che la presenza di essi globuli nucleati derivi dall'aumentata attività degli organi emopoetici, come già si è detto di sopra, ed esprima una vero compenso di rigenerazione, è fuori di dubbio. La stessa interpretazione viene data da tutti quelli che recentemente si sono occupati della fisiopatologia del sangue sia che questi globuli rossi nucleati fossero ritrovati nel sangue, sia che fossero ritrovati nella milza e nel midollo osseo (Bizzozero, Neumann, Salvioli, Foà, Pellacani, Orth, Litten ecc.). E questa veduta è vieppiù confermata dalle nostre osservazioni, poichè in taluni casi d'infezione malarica è dato quasi di vedere sotto gli occhi i due processi distruitivo e rigenerativo dei globuli rossi. Così esaminando il sangue di un malato di *F. subcontinua* dal giorno nel quale entra nell'ospedale, sino a quello nel quale esce guarito, si vede che dopo tre o quattro giorni da che si avverte la distruzione dei globuli rossi, cominciano a vedersi i globuli rossi nucleati, il numero dei quali cresce sempre, mentre quella diminuisce, poi va gradatamente diminuendo anch' esso finchè si riduce al minimo a convalescenza inoltrata.

È ragionevole poi di ritenere che il passaggio nel sangue circolante dei globuli rossi nucleati avvenga per la formazione dei globuli rossi negli organi emopoetici è così attiva, così tumultuaria, che sfuggono nel circolo generale dal parenchima emopoetico i globuli rossi ancora in via di formazione, cioè i globuli rossi, prima che in qualsiasi maniera abbiano perduto il nucleo.

Sebbene queste nostre ricerche non abbiano raggiunto completamente lo scopo al quale furono dirette, crediamo però che abbiamo giovato a far conoscere meglio le alterazioni che nei globuli rossi produce la malaria, e a chiarire la genesi della

[1] Ricordiamo che questi esperimenti furono fatti per l'unico scopo già espresso, e però non si fecero altre ricerche che non fossero a quello strettamente legate.

melanemia. Rimane però sempre a determinare la natura dell'agente specifico al quale sono dovute le menzionate alterazioni, e a ciò saranno dirette altre ricerche. Infine se dallo studio di queste alterazioni dei globuli rossi ridondi qualche utilità al Clinico è facile il giudicarlo. Si è già detto che esse non si trovano sempre, e che possono mancare così nelle forme leggere dell'infezione, come in forme gravi clinicamente ritenute per malariche: quindi la loro assenza non fa escludere la infezione da malaria, la loro presenza la fa ammettere indiscutibilmente, e ciò anche perchè non ci è riuscito di trovarle in nessuna delle altre malattie d'infezione (febbre tifoide, meningite cerebrospinale, morbillo, polmonite etc.), nelle quali finora abbiamo potuto esaminare il sangue.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. A — Globuli rossi nei vari gradi dell'alterazione. Dall'1 al 32 globuli rossi contenenti corpicciuoli e masse pigmentate di grandezza e forma diversa. Dal 33 al 36 globuli rossi nell'ultimo grado dell'alterazione, convertiti in corpi senza emoglobina, contenenti granuli e zolle di pigmento. Dal 37 al 42 corpi pigmentati derivanti dal disfacimento dei precedenti.

Fig. B — *a*) globulo rosso normale; *b*) globulo bianco pigmentato.

Fig. C — Globuli rossi dopo l'azione dell'acqua distillata; *a*) globulo rosso contenente corpicciuoli alcuni dei quali pigmentati; *b b′ b″* globuli rossi normali.

Fig. D — Sangue in caso di *f. perniciosa comatosa:* globuli rossi contenenti 1 o 2 corpicciuoli senza pigmento; globulo bianco pigmentato.

Fig. E — Sangue in caso di *f. perniciosa comatosa:* globuli rossi contenenti corpicciuoli con vacuolo nel centro, conformati a guisa di anelli e taluni contenenti granuli di pigmento: globulo bianco pigmentato.

Fig. F — Globuli rossi nucleati.

Fig. G — Sangue di un convalescente di *f. subcontinua:* globuli rossi nucleati, globuli rossi giovani, globuli rossi ordinarî, numerose piastrine.

Tutti i preparati delle fig. precedenti si ottennero col disseccamento e successiva colorazione col turchino di Metilene.

Ob. $\frac{1}{12}$ Zeiss (immersione omogenea), oc. Hartnack 3, tubo alzato (apparato di Abbe).

Fig. H — Sostanza grigia corticale del cervello in un caso di *f. perniciosa comatosa:* tutti i capillari sono pieni di globuli rossi contenenti corpicciuoli. Hartnack ob. 7, oc. 3 tubo alzato.

Fig. L — Lo stesso preparato. — Ob. Zeiss $\frac{1}{12}$, oc. Hartnack 4, tubo alzato (apparato di Abbe).

Fig. M — Sostanza grigia corticale del cervello in altro caso di *f. perniciosa comatosa:* i capillari sono pieni di globuli rossi contenenti corpicciuoli pigmentati. Hartnack ob. 7, oc. 3, tubo alzato.

Fig. N — Lo stesso preparato, nel quale si vede distintamente che i corpicciuoli pigmentati si trovano entro i globuli rossi. Ob. Zeiss. $\frac{1}{12}$, oc. Hartnack 4, tubo alzato (apparato di Abbe).

I preparati delle ultime quattro figure furono colorati col turchino di Metilene.

Fig A

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15 16

17 18 19 20 21 22 23 24

25 26 27 28 29 30 31 32

33 34 35 36 37 38 39 40 41 42

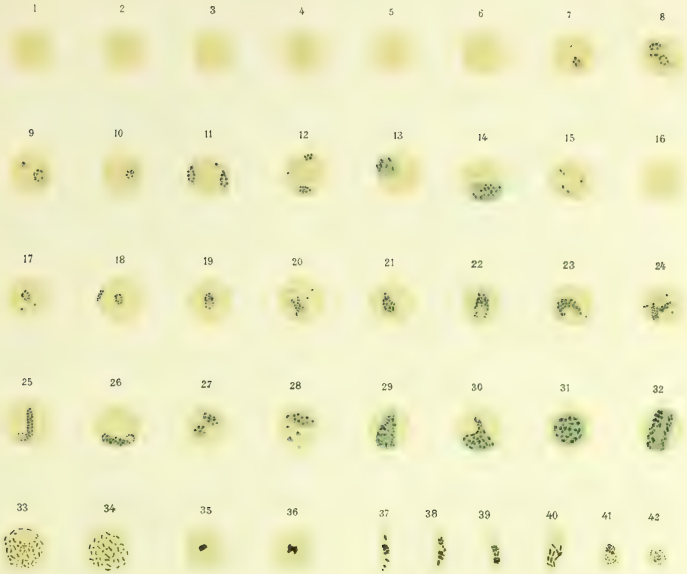
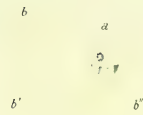



Fig D

Fig E

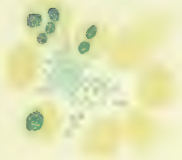
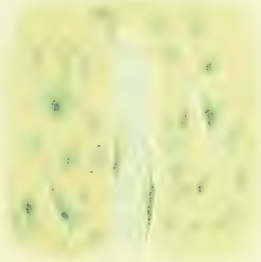
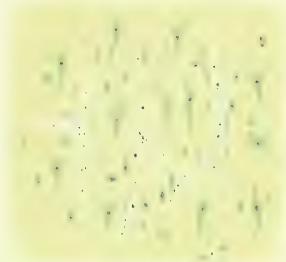
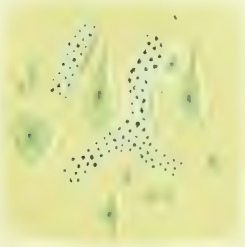



Fig. F
Fig. G
Fig. H
Fig. L
Fig. M
Fig. N

Intorno a una deformazione prospettica delle imagini vedute nei cannocchiali.

Memoria del Socio GILBERTO GOVI

letta nella seduta del 6 maggio 1883.

(Con una tavola)

I.

Nel 1865 il padre Secchi ristampò nel *Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio Romano* (¹) certo suo articolo *intorno alle macchie solari*, pubblicato già fin dal 1852 negli Atti dell'*Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei* (²), nel quale articolo si legge questo passo:

« . . . . . . però l'apparenza del rilievo che si ha negli oggetti veduti coi can-« nocchiali, è troppo spesso illusoria per potere somministrare fondamento di realtà » e in *nota:* « Come esempio di queste illusioni citeremo il fatto delle lettere che « scolpite od incavate in un marmo vedute col cannocchiale astronomico spesso « appariscono rilevate; e l'altro fenomeno più comune ancora, e che non può cor-« regersi (*sic*) colla riflessione della mente in modo alcuno, cioè che le prospet-« tive degli oggetti terrestri veduti nel cannocchiale, che pure raddrizza, appaiono « rovesciate, in questo senso, che la parte più vicina all'osservatore di due linee « parallele pare più stretta, e la più lontana più larga, mentre ad occhio nudo e « secondo le leggi di prospettiva dovrebbe essere il contrario. Questo fenomeno è « poco conosciuto dai fisici, e non so che ne sia stata data spiegazione alcuna ».

Pochi giorni dopo la pubblicazione di questo articolo (il 12 di agosto) io scrivevo da Torino al padre Secchi:

« . . . . . . leggendo nel n. 7 del *Bullettino meteorologico* l'importante lavoro « di Vossignoria *intorno alle macchie solari* (riprodotto dagli *Atti de' Nuovi Lincei* « vol. V, pag. 428-438) vi ho trovato una *Nota* sulla quale mi permetto di chiederle « qualche spiegazione. Volendo mostrare come l'occhio sia sovente tratto in errore « dagli stromenti nel giudizio che esso dà sul rilievo o l'incavo degli oggetti, la « Sig. V. cita il fenomeno della *pseudoscopia microscopica* che il Brewster crede d'aver « scoperto pel primo, ma che altri più anticamente avevano veduto e studiato (*); « quindi soggiunge di un *altro fenomeno più comune ancora* (vedi la citazione

(*) Io alludevo con queste parole a quella lettera d'Eustachio Divini, che già da parecchi anni mi era nota, e intorno alla quale ho trattenuto l'Accademia in una delle sue ultime tornate (1° aprile 1883) (Atti della R. Accademia dei Lincei. 1882-83. Ser. 3.ª Transunti, vol. VII, fasc. 9, pag. 183-187).

« precedente)... Ora io confesso la mia ignoranza; un tale fenomeno, non solo mi era « affatto sconosciuto, ma non mi è neppur riuscito di leggerlo descritto in nessun « autore, dopo di essere stato invogliato a cercarne l'indicazione della lettura di « quella Nota. . . . . . »

E qui seguitavo raccontando al p. Secchi d'aver tentato inutilmente la prova e di non aver potuto veder mai coi diversi cannocchiali adoperati altra prospettiva degli oggetti, se non quella che era voluta dalle leggi ordinarie.

Il p. Secchi mi rispose poco dopo spiegandomi il modo da tenere per osservare l'inversione prospettica, che potei allora veder anch'io facilmente, e intorno alla quale incominciai a speculare, per trovarne una ragione geometrica, non intendendo come la mente sola potesse deformar così imagini che per sè stesse non fossero state punto deformi.

Fu in quel torno, che, sfogliando un vecchio trattato d'ottica, m'imbattei in una descrizione esatta del fenomeno osservato dal p. Secchi, e, ciò che più monta, in una spiegazione, un po' involuta ed oscura, ma soddisfacente, di quella pretesa illusione. Codesta interpretazione, la quale coincideva con quella che a me pure era sovvenuta fin dalle prime prove, mi distolse dall'occuparmene più oltre.

Uscì in quei giorni un lavoro del prof. Carlo Marangoni [3] relativo al fenomeno avvertito dal p. Secchi, nel qual lavoro quel giovane Fisico volea ridurlo a un errore di giudicio, proveniente dall'apparire a noi nel cannocchiale molto più vicine, che nol comporti la loro apparente convergenza, le linee orizzontali e parallele che sono in realtà, e noi sappiamo essere, assai lontane dall'occhio.

Dieci anni più tardi (nel novembre del 1877) un M. de Lisleferme (ingegnere di marina in riposo) ne diede, o piuttosto tentò di darne nel *Journal de Physique* [4] una interpretazione geometrica, ma per alcune sviste, la spiegazione del de Lisleferme riuscì talmente oscura e manchevole, da non poter contentar gli studiosi, quantunque ne trasparisse confusamente la ragione vera e puramente *obbiettiva* della supposta illusione.

Le cose stavano così, quando in questi ultimi giorni, rimettendo in ordine i miei vecchi appunti relativi alla storia della *Pseudoscopia*, che volli rivendicare al Divini, mi venne il desiderio di ripigliar pure lo studio della supposta illusione prospettica, che da tanti anni avevo lasciato in disparte, cercando prima se quella illusione avesse qualche relazione colla *Pseudoscopia* dei rilievi e degl'incavi, e fermando poscia il proposito di compierne l'esame e di metterlo in luce.

Non essendomi riuscito di trovare alcun rapporto (almeno evidente e diretto) tra il fenomeno del Divini e la *falsa Prospettiva*, non tenni parola di questa nel trattare di quello, e ciò tanto più che (come dissi allora rispondendo al nostro egregio collega Respighi) non era stata mia intenzione di spiegare la *Pseudoscopia*, ma solo di raccontar la storia della sua scoperta; soggiunsi però essermi io lungamente occupato della *prospettiva invertita* e volerne trattare in una prossima tornata accademica. Eccomi quindi oggi a mantenere la promessa data, discorrendo come più brevemente potrò del primo inventore (per quanto io sappia) del fenomeno ricordato nella *Nota* del p. Secchi, e della spiegazione semplicissima che se ne può dare, deducendola non da una illusione del giudicio, ma dalla teoria delle lenti.

II.

Nel 1680 il padre Francesco Eschinardi della Compagnia di Gesù (6) pubblicò certi suoi: *Ragguagli dati ad un amico in Parigi; sopra alcuni Pensieri sperimentabili proposti nell'Accademia fisico-matematica di Roma.* In questi Ragguagli (6) leggesi alla pagina 40...... « L'altro dubio è che nel guardare con l'occhialone obliquamente « un Palazzo, la più prossima fenestra apparisce notabilmente più picciola, che la più « remota. . . . . »,
e poco dopo, alla pagina 42:

« Veniamo ora al caso dell'Occhialone, col quale mirando obliquamente vn ordine « di finestre, vengono le più lontane à parere sensibilmente più grandi delle prossime: « Per la solutione di questo, si guardi con una sola lente oculare, à modo di micro- « scopio semplice vna facciata d'un libro; e si trouerà, che li Caratteri più lontani « verranno maggiormente ingranditi, che li vicini: La ragione di questo può vedersi « nel proble: 47. della Centuria Ottica stampata nell'anno 1666; ma la similitudine « de due casi, oltre hauerla detta à lungo in detta Centuria; si può anche vedere molto « prima publicata nell' anno 1658, nel Microcosmo fisico matematico, et è che nel « concorso de raggi di ciascun punto separatamente dall'altro, il che alli oggetti lon- « tani si fà quasi al semidiametro delle lenti doppie, si esprime al viuo una perfetta « imagine dell'ogetto, la quale poi manda di nuouo i suoi raggi allo stesso modo, « che l'oggetto, ma in sito rouerscio; in data però proportione. In questo proposito il « Signor Brunacci auuertì d'essergli accaduto anche in contrario, che le finestre più « vicine, appariuano maggiori delle più lontane; e disse il vero; poichè quando l'og- « getto è molto vicino, è tanto maggiore l'angolo visorio naturale per le finestre vicine, « che per le lontane; che questa proportione viene a superare, ciò che gli cagionarebbe « in contrario la ragione detta di sopra; per esempio se la lontana sarà distante « venti passi, e la vicina dieci; questa sarà ragion dupla, molto considerabile; ma « se ci allontanaremo per mille passi, la differenza di dieci passi sarà poco consi- « derabile ».

Nella *Centuria Problematum Opticorum* (7) dello stesso Eschinardi stampata del 1666 trovasi alla pagina 225 il seguente problema:

« XLVII. Unde fiat, vt caeteris paribus, hoc est manente obiecto, atque oculo « immoto: primò quidem, quo magis lens conuexa recedit ab oculo, et accedit ad « obiectum; eo fiat maior amplitudo apparentiae vsque dum deueniatur ad determi- « natam propinquitatem ad obiectum: At post dictam determinatam propinquitatem, e « contra, quo magis accedit ad obiectum, eo fiat minor apparentia: Et quo magis « accedit lens caua ad obiectum, eo minor fiat apparentia, vsque ad certam propin- « quitatem ad obiectum; deinde vero fiat maior; ita vt detur quidam status medius, « in quo si ponatur lens conuexa, maximè augeat, caua vero maxime minuat ».

Al quale tien dietro la soluzione, che và fino alla metà della pagina 235.

E nel *Microcosmo fisicomatematico* (8) che il medesimo autore diede fuori anonimo a Perugia del 1658, possono vedersi alle pagine 84 e 85 i passi dai quali apparisce come esso ritenga operare le imagini date dagli stromenti ottici alla stessa guisa di altrettanti oggetti reali, allorchè si osservano a occhio nudo o con altri stromenti.

Non vi può dunque esser dubbio sulla anteriorità del p. Eschinardi come scopritore della *inversione prospettica* operata dai cannocchiali, e forse il p. Secchi si rammentava confusamente d'averne letto la descrizione nei libri di quel suo predecessore, quando nel 1865 scriveva:

« Questo fenomeno *è poco conosciuto* dai fisici.... » ma la memoria lo tradiva, allorchè compiendo la frase soggiungeva: .... « e non so che ne sia stata data spiegazione alcuna ».

La spiegazione c'era nelle opere dell'Eschinardi, oscura se si vuole e intricata per la forma, ma esatta e chiara per un uomo di scienza, e chi se ne fosse rammentato non avrebbe chiamato *illusione* la falsa prospettiva delle parallele orizzontali vedute col cannocchiale, nè avrebbe cercato di ridurla ad un errore di giudicio simile a quello pel quale la luna ci apparisce più grande all'orizzonte di quel che non sembri allo zenit, o a quello per cui vediamo la polare molto più presso al nostro vertice che veramente non sia. Lasciato però da banda il lungo e scolastico ragionamento dell'Eschinardi, tenterò prima di esporre col discorso come si possa intendere la deformazione prospettica da esso avvertita, aggiungendo quindi la dimostrazione geometrica dei principî assunti e delle loro conseguenze.

Supponiamo, per non complicare inutilmente il problema, che si adoperi un cannocchiale keppleriano, composto cioè di due lenti convergenti, la obbiettiva che dà nello spazio una imagine reale delle cose osservate, e l'oculare colla quale si guarda (ingrandendola) l'imagine data dalla obbiettiva.

Nei trattati d'ottica si suol discorrere soltanto delle imagini piane che si hanno dalle lenti rivolte verso figure situate sovra piani normali all'asse principale delle lenti stesse, senza guari preoccuparsi di quello che avviene nello spazio, vale a dire senza indagare quale sia l'imagine solida d'un solido situato davanti a una lente. Ora nel trattare di un cannocchiale rivolto verso rette orizzontali parallele situate in un piano che contiene l'asse del cannocchiale o gli è parallelo, o pochissimo inclinato e molto prossimo ad esso, si contempla precisamente il caso non d'una imagine piana, ma d'una imagine solida.

Non è difficile riconoscere, sia graficamente, sia con un'analisi elementarissima, come debbano farsi codeste imagini, e compiendo una tale ricerca si vede che un parallelogrammo rettangolo, per esempio, un lato del quale si trovi sul prolungamento dell'asse di una lente convergente e i due lati ad esso normali siano a una distanza da essa lente maggiore della sua distanza focale principale, dà sempre dietro la lente una imagine capovolta, nella quale rimane sull'asse della lente, allungandosi però, o accorciandosi, quel lato che nell'oggetto era pure sull'asse, e degli altri tre lati il più prossimo alla lente dà una imagine di sè più lontana e più grande, il più remoto la dà più vicina e più piccola. Il quarto lato, dovendo congiungere le estremità degli altri due, non può quindi più rimanere parallelo all'asse, ma si mostra inclinato verso la lente, e viene a chiudere così nello spazio una imagine trapezia del parallelogrammo rettangolo. Se il parallelogrammo avesse il suo lato più prossimo situato proprio alla distanza focale principale della lente, l'imagine di questo lato infinitamente ingrandita si troverebbe all'infinito dietro la lente, e se l'altro lato, il più lontano, del parallelogrammo fosse infinitamente lontano, la sua imagine si

ridurrebbe a un punto situato nel fôco principale dietro la lente. Il quarto lato orizzontale (vale a dire una retta infinita parallela all'asse) avrebbe in tal caso per sua imagine una retta inclinata sull'asse e che lo taglierebbe nel fôco principale dietro la lente.

L'imagine delle rette parallele all'asse e situate in piani che passano per l'asse di una lente e cominciano al di là del suo fôco principale è dunque una imagine rigorosamente ligia ai canoni della prospettiva, vale a dire tale che le parti più lontane delle parallele convergano nella imagine verso l'asse fino ad incontrarlo quando le parallele stesse si prolunghino infinitamente. È il caso dell'occhio umano, dal quale ci sono state imposte, d'altronde, le regole della prospettiva.

Se dunque in un cannocchiale si guardasse senza l'aiuto della lente oculare l'imagine data dall'obbiettivo, sempre vi si vedrebbero convergere le parallele orizzontali come quando si osservano ad occhio nudo, apparendo separate da maggiore intervallo nelle parti più vicine e da minore nelle più lontane.

Ma le imagini, che chiameremo per brevità *obbiettive*, non si guardano a occhio nudo, vi si impiega una lente, e questa lente si colloca in modo che le parti delle imagini da osservarsi siano lontane da essa quanto è la sua distanza focale principale, o meno di codesta distanza. Se dunque le imagini osservate hanno una certa profondità o solidità, accadrà, come accade realmente, che alcune parti di tali imagini si trovino più presso alla lente oculare, altre più lontane, tutte però non più in là del suo fôco principale, senza di che se ne avrebbero imagini reali, che l'occhio situato dietro e presso alla lente non potrebbe vedere.

Ora è facile convincersi che nel caso delle imagini virtuali, come son queste che deve dar l'oculare perchè l'occhio possa valersene, le regole della prospettiva non son più rispettate, e le rette parallele all'asse della lente generano imagini che convergono dietro la lente anzichè davanti ad essa, e convergono proprio nel fôco principale della lente medesima situato dalla parte dov'è l'occhio.

Però abbiam già veduto che rette parallele all'asse del cannocchiale danno una imagine reale di sè, che ha i punti corrispondenti delle rette più lontani dall'oculare, men lontani fra loro che non quelli delle parti più prossime, l'oculare non ha dunque in tal caso davanti a sè rette parallele all'asse, ma invece rette che convergono verso le parti più lontane dell'asse medesimo.

È facile il dimostrare come pure in tal caso (finchè almeno si tratti d'imagini virtuali) l'oculare possa dare imagini *anti-prospettiche*, vale a dire imagini rettilinee, che invece di convergere colle loro parti lontane, divergono sempre più.

E qui parrebbe che tanto dovesse bastare per avere la spiegazione della deformazione prospettica avvertita dall'Eschinardi; ma questa sola inversione virtuale non basta.

Suppongasi infatti che si guardino due linee rette convergenti, e il cui punto di convergenza sia situato nel centro ottico dell'occhio. In tal caso l'imagine di ciascuna retta sulla retina sarà un punto, e le due linee appariranno parallele fra loro e parallele all'asse dell'occhio.

Se invece il punto di convergenza delle due rette sarà situato dietro il centro ottico dell'occhio, sempre l'angolo sotteso dalle parti più vicine delle rette sarà maggiore di quello sotteso nel centro ottico dalle più lontane, e però l'occhio vedrà le rette convergere davanti a sè.

Ma dove il punto di convergenza delle rette (o imagini di rette, ciò che torna lo stesso) sia davanti al centro ottico dell'occhio, allora i punti più lontani di esse rette sottenderanno nell'occhio rispetto all'asse angoli maggiori, di quelli sottesi dai punti più vicini, e si avrà la sensazione non di rette parallele, nè di linee convergenti, ma di rette che divergono fra loro. Ed ecco trovata l'ultima condizione perchè si produca l'*inversione prospettica*.

Occorre quindi, perciò:

1° che le rette parallele fra loro e all'asse del cannocchiale comincino al di là del fôco principale dell'obbiettivo a una certa distanza determinata, e siano in un piano che passa per l'asse, o molto prossimo ad esso.

2° che una parte delle loro imagini reali, convergenti verso l'obbiettivo, si trovi tra la lente oculare e il suo fôco principale anteriore.

3° che il centro ottico dell'occhio sia situato dietro l'oculare, più lontano da esso che non sia il punto di convergenza delle imagini virtuali delle rette date dall'oculare medesimo.

In tali condizioni, che sono appunto quelle per le quali apparisce il fenomeno scoperto dall'Eschinardi e ricordato dal Secchi, l'*inversione prospettica* può divenire assai grande, ma non può dirsi per questo una vera *illusione*, l'occhio avendo effettivamente d'inanzi a sè imagini divergenti di rette parallele, nè potendosi chiamar vera *illusione* se non quella per la quale il giudicio interpreta falsamente le giuste impressioni che gli sono fornite dai sensi. Qui senso e giudicio sono pienamente d'accordo e la deformazione dipende soltanto dall'opera dello stromento.

Può darsi che ad alcuni sia riuscito (come essi hanno affermato) di vedere l'*inversione prospettica* anche a occhio nudo, ma la cosa dev'essere assai rara e conseguenza soltanto di una vera e propria *illusione*, ossia di un giudicio sbagliato, poichè, se fosse altrimenti, non potrebbero più i disegni prospettici produrre in tutti e con evidenza invincibile l'effetto di profondità e di rilievo onde hanno saputo, e sanno così abilmente valersi i pittori scenografi e i compositori di panorama.

III.

Dimostrazione geometrica.

Il fenomeno ottico del quale si deve cercare la spiegazione, non dipende dalla grossezza delle lenti e, meno ancora, dalle loro aberrazioni sferiche, o cromatiche. Basta quindi che, per averne le leggi, si considerino lenti infinitamente sottili, e di apertura minima (*). Si riterranno pure come piccolissimi gli angoli fatti dai raggi luminosi cogli assi delle singole lenti, o del sistema di lenti, e piccolissimi quindi anche quelli d'incidenza e di rifrazione colle normali alle superficie lenticolari, come pure gli angoli degli assi secondarî coll'asse principale delle lenti e del sistema.

(*) Le costruzioni delle quali si farà uso in questa *Dimostrazione* possono adoperarsi con molta utilità anche per le *lenti spesse* e per più mezzi successivi d'indici differenti, purchè si operi separatamente per ogni superficie dirimente. Si possono determinar così, speditamente e con esattezza, gli effetti di qualunque sistema ottico (riflettente o rifrangente) senza cercarne i *Punti Cardinali.*

Ritenute queste condizioni, a una lente si potrà sostituire un piano, o (in projezione sul disegno) una linea retta normale all'asse principale, e la legge della rifrazione, $\frac{\text{sen}.i}{\text{sen}.\rho}=n$, si esprimerà semplicemente con $\frac{i}{\rho}=n$, dove i è l'angolo d'incidenza, ρ quello di rifrazione, ed n l'indice.

Siccome poi le lenti si suppongono ciascuna preceduta e seguìta dal medesimo mezzo, l'aria ambiente, così i loro centri ottici s' intenderanno determinati nel modo ordinario, e i piani, o le rette, che le rappresentano passeranno pel centro ottico di ciascuna lente.

Costruzione dei fòchi conjugati, o delle imagini dei punti luminosi.

Fôchi conjugati. — Data una lente sottilissima LOL′ (fig. 1ª) il cui centro ottico sia O e l'asse principale XX′, e date le sue distanze focali principali anteriore e posteriore OP, OP′ eguali fra loro, si può ottenere il fôco conjugato d'un punto luminoso A situato sul suo asse, mediante costruzioni assai facili, che dimostreremo brevissimamente, perchè poco note, sebbene le abbiano suggerite alcuni ottici per certi casi speciali.

Sia dunque A un punto luminoso situato sull'asse XX′ di una lente convergente LOL′, a una distanza qualsiasi AO dal centro ottico della lente stessa. Si guidi la linea Am da A fino all'incontro in m della traccia LL′ della lente, prolungata se occorre indefinitamente. Pel fôco anteriore P della lente si conduca la Pm' parallela ad Am e per O la OM parallela anch' essa alla Am. Dal punto m' si segni una parallela all'asse XX′, questa taglierà la OM in un certo punto q. La retta che unisce m con q prolungata, se occorre, fino a incontrar l'asse in A′, segnerà in A′ il fôco conjugato di A, o, come si suol dire, l'imagine del punto A.

Si può considerare infatti il raggio Am come parte di un fascio luminoso proveniente da un punto situato a distanza infinita. Un altro raggio dello stesso fascio, necessariamente parallelo ad Am, potrà passare pel punto P, e sarà il Pm'; finalmente un terzo raggio parallelo agli altri due passi pel punto O, e sia l' OM; il quale, attraversando il centro ottico e non essendo deviato, sarà nel tempo medesimo un asse secondario della lente. Al raggio Pm', che passa pel fôco anteriore P, deve corrispondere un raggio refratto parallelo all'asse principale. Sia questo il raggio mq . . . che incontra l' OM nel punto q. Sarà q il fôco principale della lente sull' asse secondario OqM, poichè esso è il luogo d' incontro dei due raggi incidenti paralleli OM, che non subisce deviazione, e Pm' che, rifratto dalla lente, ha preso la direzione $m'q$. Anche il terzo raggio Am del fascio parallelo Am, Pm', OM, convergerà dunque dietro la lente in q, e sarà mq la direzione di Am dopo la rifrazione. Prolungato quindi mq sino all'incontro dell'asse principale in A′, riunendosi in questo punto i due raggi AO ed Am emanati dal punto A, il primo non deviato, l'altro rifratto dalla lente secondo la direzione mqA′, dovrà essere A′ il fôco conjugato di A, cioè il luogo d'incontro, dopo la rifrazione, dei raggi che divergono dal punto A situato sull'asse principale della lente.

Si potrebbe anche, invece di condurre la Pm' pel fôco anteriore della lente, innalzare dal fôco posteriore la P′q normale all'asse, fino al suo incontro colla OM

parallela al raggio Am. Il punto q così determinato sarebbe ancora il medesimo, per essere Pm' parallelo ad Oq, $m'q$ parallelo a PO e ad OP′, ed Om' parallelo a P′q, quindi $m'q$ = OP′, e P′q = Om'. — Si vede anche, senz'altro, come q debba essere il fôco principale sull'asse OM, perchè nel caso di P′Oq piccolissimo, Oq = OP′, cioè alla distanza focale principale sull'asse dello stesso nome XX′.

Nel caso di una lente divergente bisognerebbe far passare pel suo fôco anteriore, ma posto dietro alla lente, quella linea, parallela al raggio incidente Am, che per la lente convergente si è fatta passare pel fôco anteriore situato davanti alla lente stessa.

Imagini di punti non situati sull' asse principale. — Dato un punto luminoso B (fig. 2) non situato sull'asse principale, se ne otterrà l'imagine nel modo seguente. Condotto da B l' asse secondario BOB′ sul quale dovrà trovarsi l'imagine richiesta, si guidi Bm parallela all'asse principale e da m (dove questa retta incontra la lente) pel fôco P′ si conduca la mP′, che prolungata incontrerà la BO, parimente prolungata, in B′. Sarà B′ l'imagine di B, perchè mP′ che passa pel fôco P′ è il raggio rifratto corrispondente al Bm incidente parallelo all'asse, e OB′ non deviato è il corrispondente del BO, quindi i due BO e Bm, incontrandosi nel punto B′, questo sarà necessariamente il fôco conjugato, o l' imagine di B.

Si può anche costruire questa imagine, guidando da B pel fôco anteriore P la BP, prolungata fino al suo incontro colla lente in m', la m'B′ sarà il raggio rifratto corrispondente all'incidente Pm', o Bm', quindi il suo punto d'incontro B′ col raggio non deviato BOB′, sarà il luogo dell'imagine di B.

Si potrebbe ancora non condurre l'asse secondario BOB′ e aver B′ conducendo Bm parallela all' asse principale, ed mP′ . . . . pel fôco posteriore; BPm' pel fôco anteriore ed m'B′ parallela all'asse principale, l'incontro di mP′B′ e di m'B′ determinerebbe egualmente l'imagine B′ di B.

Per le convenzioni fatte, se da B si abbassa sull'asse la normale BA, e da B′ la B′A′, sarà A′ il fôco conjugato di A, l'angolo minimo BOA permettendo di ritenere AO = BO e OA′ = OB′.

Lo stesso fôco conjugato A′ di A si otterrebbe ricorrendo alle costruzioni indicate precedentemente.

Imagini di linee rette.

Retta parallela all'asse. — Se una linea retta indefinita ... AA′ ... (fig. 3) parallela all'asse principale . . . XX′ . . . di una lente LOL′ incontra questa lente in un punto m, essa avrà per sua imagine la retta ....BmP′ B′.... indefinita, che passa pel punto m e pel fôco principale della lente (*posteriore* se trattasi di una lente *convergente*, *anteriore* se d'una *divergente*). La linea AA′ ha infatti il suo punto m che, trovandosi sulla lente, si confonde colla propria imagine, ed ha i suoi estremi infinitamente lontani, quindi le loro imagini dovranno coincidere nel fôco principale della lente. Unendo perciò m con P′ e prolungando indefinitamente la mP′ dalle due parti, sarà la BmP′B′ imagine della AmA′. La porzione della AA′ che, venendo dall' infinito, arriva fino al punto Q, ottenuto coll' innalzare dal fôco anteriore P la normale PQ all'asse principale, avrà per sua imagine la P′B′. . . . prolungata sino all'infinito. La porzione Qm compresa tra Q e la lente, avrà per sua imagine la parte Bm che,

giungendo da infinita distanza, per B arriva ad m. Finalmente la porzione infinita mA′.. avrà la sua imagine in mP′.

Retta inclinata rispetto all'asse. — L'imagine di una retta indefinita ImI′ (fig. 4 e 4 bis) inclinata sull'asse principale di una lente, si avrà unendo insieme il punto m, nel quale la retta incontra la lente, col punto A′, fôco conjugato, o imagine del punto A, nel quale essa interseca l'asse principale XX′. Il punto A′ si determinerà facilmente con una delle costruzioni precedentemente indicate.

Se la retta inclinata della quale si cerca l'imagine passasse pel fôco *anteriore* della lente (che è davanti alle lenti convergenti, e dietro alle divergenti), la sua imagine sarebbe una parallela all'asse principale, passante pel punto d'intersezione della retta data colla lente.

L'imagine di una retta che passa pel centro ottico della lente si confonde colla retta stessa.

Rette normali all'asse. — Per le rette normali all'asse, si è già detto precedentemente (trattando dei *punti non situati sull'asse*) e si vedrà ancora nelle costruzioni seguenti, in qual modo si possano determinare la posizione e la grandezza delle loro imagini.

Imagini di un parallelogrammo rettangolo con due lati paralleli all'asse della lente.

Sia AA′E′E (fig. 5 e 6) un parallelogrammo rettangolo situato in un piano che passa per l'asse XX′ della lente LOL′, e siano i suoi lati AA′, EE′ paralleli a XX′.

Imagine reale. — Prolungato il lato AA′ fino all'incontro della lente in m, l'imagine di AA′, per quanto si è detto precedentemente, dovrà trovarsi sulla retta mP′, prolungata, che va da m al fôco P′ della lente.

Condotte poi dai punti A ed A′ due rette indefinite passanti pel punto O, le loro intersezioni colla mP′, in B e B′ daranno i luoghi delle imagini di A e di A′.

Avuta così l'imagine del lato AA′, si troverà allo stesso modo quella GG′ dell'altro lato EE′ del parallelogrammo, e pei punti BB′ G′G si descriverà il trapezio, imagine del parallelogrammo proposto.

Se nessun lato del parallelogrammo fosse parallelo all'asse principale della lente, se ne costruirebbe l'imagine colle regole date per le linee inclinate sull'asse.

Quando la distanza dalla lente di ciascuno dei lati del parallelogrammo normali all'asse è maggiore della distanza focale principale, allora (fig. 5) l'imagine G′B′ del lato A′E′ più vicino alla lente è sempre maggiore della imagine del lato più lontano. Quindi per chi osservi codesta imagine di fronte, essa apparirà prospetticamente esatta, i lati cioè del parallelogrammo paralleli all'asse convergeranno da quella parte dell'imagine che trovasi più lontana dall'occhio.

Se il lato del parallelogrammo normale all'asse e più prossimo alla lente, passerà pel suo fôco anteriore, la sua imagine infinitamente grande sarà a distanza infinita, mentre l'imagine dell'altro lato si formerà ad una distanza finita dietro la lente.

Se invece il lato più lontano del parallelogrammo attraverserà il fôco anteriore, allora la sua imagine virtuale sarà all'infinito, e quella dell'altro lato, virtuale ancor

essa, sarà finita e a distanza finita dalla lente. Si avrà dunque in questo caso una imagine virtuale prospetticamente falsa, poichè il lato di essa che dovrebbe essere più piccolo dell'altro, sarà invece infinito.

Imagine virtuale. — Se infine (fig. 6) i due lati saranno tutti e due tra il fôco principale anteriore e la lente, le loro imagini virtuali saranno finite e situate a distanza finita, ma l' imagine B′G′ del lato più prossimo A′E′ sarà minore della imagine BG, del lato più lontano AE. In questo caso guardando l'imagine del parallelogrammo, essa potrà sembrare prospetticamente esatta, cioè coi lati convergenti a distanza, potrà apparir coi lati paralleli, e finalmente potrà anche parere prospetticamente invertita, cioè il suo lato più prossimo potrà sembrar minore del più lontano, secondochè si collocherà l'occhio a minore o a maggiore distanza dalla lente, come si vedrà più innanzi.

Imagine reale di un parallelogrammo osservata con una seconda lente.

Sia (fig. 7) GG′ B′B l'imagine reale d'un parallelogrammo, data da una prima lente convergente. Sia LOL′ una seconda lente convergente, ed OP = OP′ la sua distanza focale principale. L'imagine GG′ B′B sia collocata tra il fôco anteriore P e la lente; e il fôco principale anteriore P sia tra la lente e il punto A d' incontro del lato obliquo GG′ coll' asse. In tal caso l'imagine di questa imagine sarà virtuale, e si otterrà cercando prima l'imagine HH′*m*A′ della retta *m*G′GA, della quale fà parte il lato GG′ del trapezio GG′B′B; poi condotte dal centro O le linee OGH, OG′H′ che passino pei punti G e G′ della prima imagine, le loro intersezioni H ed H′ col prolungamento della A′*m* segneranno i luoghi H, H′ delle imagini virtuali di G e di G′. Si potrà quindi costruire tutta l'imagine virtuale HH′K′K dell'imagine reale GG′B′B del parallelogrammo rettangolo veduto attraverso al sistema delle due lenti.

Ora, finchè l' intervallo DD′ cadrà tra il fôco P e la lente LOL′ e finchè il punto A sarà al di là del fôco P, l' imagine virtuale HH′K′K avrà il suo lato H′K′, più vicino alla lente, minore del suo lato più lontano HK, quantunque il primo sia imagine d'una linea G′B′ realmente maggiore dell'altra GB.

Da quanto si è venuto esponendo fin qui, si può dunque conchiudere, che:

Un parallelogrammo rettangolo situato in un piano il quale passa per l' asse d' un sistema lenticolare telescopico, a una distanza maggiore della distanza focale principale della lente obbiettiva, e con due de'suoi lati paralleli all'asse, può avere la sua imagine virtuale oculare col lato normale all'asse più vicino all' occhio minore del lato più lontano. Ma il lato che apparisce più vicino sull'imagine virtuale è anche il più vicino nel parallelogrammo dal quale essa proviene, quindi l'imagine del parallelogrammo si trova, in tal caso, prospetticamente invertita.

Ciò che avviene rendendo virtuale l'imagine reale d'un parallelogrammo con un oculare convergente, avviene pure adoperandovi un oculare divergente, posto in modo, fra la prima lente e l'imagine da essa prodotta, che tutte le parti di codesta imagine si trovino dietro alla lente divergente a una distanza maggiore della sua lunghezza focale principale e che il punto di concorso del lato obliquo coll' asse, si trovi invece fra la lente e P.

Delle imagini nell'occhio.

Assodato così che l'imagine virtuale di un parallelogrammo rettangolo data da un sistema di due lenti, una convergente, l'altra convergente o divergente, disposte in modo da costituire un telescopio, può essere una figura trapezioide col lato più vicino all'occhio minore del lato più lontano, ciò non basta ancora perchè guardando una tale imagine attraverso all'oculare, essa apparisca realmente con due de' suoi lati convergenti verso l'occhio. La produzione d'un tal fenomeno esige un'altra condizione, senza della quale esso non potrebbe aver luogo. Questa condizione consiste in ciò, che il *centro ottico* di quell'occhio il quale deve percepire la imagine, abbia davanti a sè, a una certa distanza, il punto d'incontro dei lati obliqui del trapezio virtuale coll'asse.

Si può ammettere che nell'occhio, come in ogni sistema ottico, esista un punto pel quale i raggi luminosi passino senza subire deviazione alcuna, e, se si tratti di raggi pochissimo inclinati rispetto all'asse dell'occhio, si può anche ammettere che essi passino per quel punto, senza neppur subire alcun trasporto parallelamente a sè stessi. A questo punto, che è situato verso la faccia posteriore del cristallino a $7^{mm},25$ all'incirca dalla superficie anteriore della cornea si dà il nome di *centro ottico* dell'occhio.

Sia VV′ (fig. 8) una sezione dell'occhio, della quale II′ è l'asse principale, e C il centro ottico. L'imagine virtuale data dall'oculare LOL′, sia la HH′K′K, nella quale il lato HK, imagine del lato più lontano del parallelogrammo, è maggiore del lato H′K′, che rappresenta il lato più vicino all'Osservatore. Se il centro ottico C dell'occhio fosse situato (dietro il centro ottico O dell'oculare) in C′ prima del punto di concorso A′ dei lati dell'imagine coll'asse, allora i raggi partiti dai punti H ed H′ (lo stesso dicasi pei punti K, K′) dell'imagine, passando pel centro ottico dell'occhio, andrebbero a limitare sulla retina le imagini delle rette HK ed H′K′ nelle loro giuste relazioni prospettiche, poichè il lato HK sottenderebbe un angolo (2.HC′N) minore di quello sotteso dal lato H′K′ (il quale sottende 2.H′C′N′) e quindi l'occhio stimerebbe HK più piccolo di H′K′.

Se invece il centro ottico C dell'occhio coincidesse col punto A′ di concorso dei lati HH′, KK′, allora i due lati HK, H′K′ sottenderebbero uno stesso angolo (2.HA′N) e perciò sarebbero giudicati eguali fra loro, e le rette HH′, KK′, anzichè concorrerenti, apparirebbero parallele.

Ma quando il centro ottico dell'occhio si allontanasse dall'oculare al di là del punto A′, quando si trovasse per esempio, in C, allora il lato HK sottenderebbe sulla retina un angolo (2.HCN) maggiore dell'angolo (2.H′CN′) sotteso dal lato H′K′, e perciò questo apparirebbe minore di quello, vale a dire che in questo caso l'*inversione prospettica* segnalata dall'Eschinardi sarebbe effettivamente veduta dall'occhio non per errore di giudicio, ma per quelle leggi che regolano la formazione delle imagini negli stromenti ottici, e per le quali l'imagine *hn* deve essere maggiore della *h′n*.

L'angolo HCK′ cioè la differenza di grandezza apparente fra il mezzo lato più vicino del parallelogrammo e il mezzo lato più lontano, raggiunge un *massimo*

quando il centro ottico dell'occhio C trovasi a una distanza dalla imagine virtuale, espressa da

$$\Delta = N'A' \pm \sqrt{HA'.H'A'} .$$

La quantità Δ si costruisce facilmente, dividendo per metà la HA′ in m, innalzando da H′ una perpendicolare sulla HA′, e limitando questa perpendicolare in q, punto dove essa è intersecata dall'arco A′q, descritto con raggio $mA' = mH$ intorno al centro m. Condotta allora la qA′ e portata la sua lunghezza da A′ in Q sull'asse N I′, sarà Q il punto nel quale posto il centro ottico dell'occhio si avrà la massima differenza tra le imagini dei lati opposti e paralleli del trapezio virtuale, ossia la massima *deformazione prospettica* della imagine del parallelogrammo osservato col cannocchiale. Il secondo valore dato per Δ dalla formula precedente corrisponderebbe al punto Q′ situato dietro alla lente oculare e davanti alla imagine virtuale, in un luogo nel quale la visione sarebbe impossibile (*).

Si può avere un'idea di queste alterazioni di rapporti fra le grandezze prospettiche, applicando l'occhio all'apertura minore d'un riverbero (*abat-jour*) conico di carta e facendo coincidere l'asse del cono coll'asse dell'occhio. Quando l'occhio è proprio contro il foro, l'apertura maggiore del cono apparisce come un cerchio, minore di quello nel quale sta l'occhio, sebbene in realtà lo superi d'assai. Allontanando lentamente l'occhio dalla bocca minore e conservando sempre il suo centro ottico sull'asse del cono, si finisce per trovare un luogo dal quale le due aperture del riverbero si confondono in una sola, la parete del cono dipingendosi allora nell'occhio come un circolo diffuso che limita quell'unica bocca. In quel punto se si prolungassero fin dentro all'occhio due generatrici opposte del cono, la loro intersecazione cadrebbe nel suo centro ottico. Finalmente se si allontana l'occhio più ancora, si comincia a veder minore l'apertura più piccola del riverbero, e maggiore il circolo segnato dalle pareti che limitano l'altra apertura. S'intende che tutte codeste imagini sono confuse, se si osservano con tronchi di cono piccoli e vicini all'occhio perchè corrispondono a punti i quali si trovano su piani diversamente lontani dall'occhio o troppo vicini ad esso; ma la loro confusione non impedisce la percezione distinta delle tre fasi singolari del fenomeno, il quale diviene poi distintissimo con tronchi di cono più acuti e molto lontani dall'occhio, e allora, non differisce punto da quello che presentano le imagini nei cannocchiali, e del quale si è venuto discorrendo fin quì.

Se il fenomeno talvolta non si avverte coi Cannocchiali a due sole lenti, o con quelli a oculare negativo, egli è perchè non si bada a collocarvi l'occhio a una certa distanza dall'oculare nel punto conveniente, quale venne definito poc'anzi. Nei Cannocchiali a *Oculare positivo* riesce invece distintissimo, perchè in essi si può far cadere il punto di concorso dei lati del trapezio prospettico virtuale fra le due lenti dell'oculare, o ancora più in là verso l'obbiettivo, il che permette di accostar l'occhio al cannocchiale senza che perciò il punto di concorso dei lati del trapezio penetri nell'occhio e ne oltrepassi il centro ottico.

(*) Queste considerazioni guidano con molta semplicità alla soluzione di un curioso Problema, intorno al quale si sono affaticati molti Ottici dei secoli passati, quello cioè di determinare le linee secondo le quali debbono disporsi due filari d'alberi affinchè non appariscano convergenti ma paralleli.

Quando però nei Cannocchiali a due sole lenti, o ad oculare negativo, il piano che contiene l'imagine del parallelogrammo prospetticamente invertita non passi per l'asse del cannocchiale, ma gli sia parallelo e a una certa distanza, o inclinato sotto un certo angolo, può ancora accadere che la prospettiva s'inverta, quantunque il centro ottico dell'occhio, o la sua projezione sul piano del trapezio, sia nell'interno dell'angolo compreso da'suoi lati concorrenti.

Sia Δ (sull'asse del *Trapezio*) la distanza della projezione del centro ottico oculare dal vertice dell'angolo che formano i lati concorrenti del Trapezio virtuale, situato in un piano che non passa per l'asse del Cannocchiale; sia x la distanza dallo stesso vertice, di quel lato del trapezio che è più vicino all'occhio; x_1 la distanza del lato più lontano, e si rappresenti con k la distanza del centro dell'occhio dalla sua projezione; il trapezio apparirà col lato più vicino maggiore del più lontano (quantunque realmente sia tutto il contrario) finchè k non avrà raggiunto il valore:

$$k_0 = \sqrt{2\Delta \frac{x x_1}{x + x_1} - \Delta^2}.$$

Per questo valore di k i due lati saranno veduti sotto lo stesso angolo, ossia saranno giudicati eguali; per ogni altro valore di k, superiore a k_0, il trapezio apparirà coi lati convergenti verso l'occhio, ossia la prospettiva di quel parallelogrammo del quale il trapezio è la imagine virtuale si troverà invertita.

È poi evidente, che, misurando le imagini prospetticamente invertite, con un micrometro oculare, le misure corrisponderanno sempre a una prospettiva *regolare* e *non invertita,* perchè il micrometro deve necessariamente trovarsi nel piano o nei piani dov'è l'imagine reale data dall'obbiettivo, la quale imagine ha sempre più piccolo il lato corrispondente al lato più lontano del parallelogrammo osservato, e più grande quello che corrisponde al lato più vicino del parallelogrammo stesso.

APPENDICE

relativa alle formule che possono rappresentare i fenomeni studiati nella Memoria *precedente.*

Siano F le distanze focali principali anteriore e posteriore di una lente senza grossezza,

d, la distanza dalla lente di un punto luminoso posto sul suo asse principale,

f la distanza focale conjugata corrispondente.

La formula Classica delle lenti dà la seguente relazione:

$$f = \frac{dF}{d - F}$$

dalla quale si possono dedurre con facilità tutte le conseguenze svolte nella Memoria precedente.

Torna più comodo però l'uso d'un'altra relazione, che nei trattati si suole attribuire al Newton, il quale infatti la indicò, senza dimostrazione, sulla sua *Ottica*, stampata per la prima volta nel 1704 (9), ma che il P. Eschinardi aveva già formulata e dimostrata nella sua *Centuria Problematum* (10) fin dal 1666. Ecco in qual forma nel libro dell' Eschinardi, si trova espressa codesta relazione.

Alla pag. 252 della *Centuria* si legge:

«.......in lentibus sunt in eadem continua proportione; Distantia obiecti à lente (dempta « hinc diametro sphaerae lentis planoconvexae); ipsa diameter, et Distantia foci à « lente, dempta hinc diametro; quod facile argues ex pag. 24, in numeris; nam ita « se habet 3. Distantia obiecti (dempta diametro) ad 6, hoc est ad ipsam diametrum; « sicut 6, ipsa diameter ad 12. Distantiam foci, dempta diametro.»

Questa medesima regola si trova ancora alla pagina 16, alla 180 e altrove nella *Centuriae Opticae pars altera* (1668) dello stesso Autore ([11]).

Ora se si riflette, che per l'Eschinardi il dire *« dempta diametro sphaerae lentis « plano-convexae »* era lo stesso che dire: *detrattane la distanza focale principale*, si vedrà facilmente che il Teorema da esso enunciato si può esprimere così:

Sia d la distanza d'un punto luminoso da una lente di foco F, e s'indichi con p la differenza d—F. Se f è la distanza del fôco conjugato di quel punto dalla lente stessa, si rappresenti con q la differenza f—F, e si avrà costantemente:

$$F^2 = pq$$

relazione che coincide con quella data dal Newton nella sua Ottica, e che d'ordinario gli viene attribuita.

Con questa relazione si semplifica, in molti casi, la ricerca del luogo e della grandezza delle imagini date dalle lenti sottilissime.

Essa potrebbe servire anche per le lenti *spesse*, applicandola separatamente a ciascuna faccia di esse. In tal caso però trattandosi di un solo passaggio della luce da un mezzo in un altro, limitato da una superficie curva di raggio $= r$, essendo n l'indice della rifrazione dal primo mezzo nel secondo, si avranno due fôchi principali diversi invece di un solo; il primo F_1 per la luce che entra parallelamente all'asse dal primo mezzo nel secondo, l'altro F_2 per la luce che si propaga parallelamente all'asse dal secondo mezzo nel primo. Questi due fôchi saranno dati dalle relazioni:

$$F_1 = r\frac{n}{n-1} \qquad F_2 = r\frac{1}{n-1}.$$

Conosciuti F_1 ed F_2, se si cerca l'imagine di un punto luminoso situato sull'asse, nel primo mezzo, a una distanza $p + F_2$ dalla lente, codesta imagine si troverà nel secondo mezzo a una distanza $q + F_1$ e si avrà la relazione semplicissima:

$$F_1 F_2 = pq$$

somigliante a quella dell'Eschinardi per le lenti sottilissime.

E tanto basti, per ora, su tale argomento, non potendosi trattar quì della ricerca generale dei fôchi conjugati e delle imagini nelle *lenti spesse* e nei *sistemi ottici*.

Applicando il Teorema dell'Eschinardi ai varî casi considerati nel Discorso precedente se ne potrà ricavare agevolmente la *grandezza delle imagini* di rette normali all'asse, situate a diverse distanze da una lente.

Sia, infatti g la grandezza di una retta normale all'asse, posta alla distanza $d = F + p$ da una lente convergente di lunghezza focale F. La grandezza γ della imagine di g sarà data dalla relazione:

$$\gamma = g\frac{F}{p}$$

Per un'altra retta g_1 posta a una distanza $d_1 = F + p_1$ della lente, sarà:

$$\gamma_1 = g_1 \frac{F}{p_1}$$

e quindi:

$$\frac{\gamma}{\gamma_1} = \frac{g p_1}{g_1 p} \quad (1)$$

Se $g = g_1$, come nel caso in cui g e g_1 sono i due lati opposti di un parallelogrammo rettangolo, di cui gli altri due lati (uno dei quali sull'asse) sono eguali a $p - p_1$, allora la (1) darà:

$$\frac{\gamma}{\gamma_1} = \frac{p_1}{p}$$

onde si vede che γ_1 (imagine del lato g_1) sarà maggiore di γ (imagine del lato g) finchè (p e p_1 essendo positivi) p sara maggiore di p_1. In questo caso l'imagine sarà *prospetticamente esatta*, perchè l'imagine più piccola corrisponderà al lato più lontano.

Ma se p e p_1 (pur rimanendo $p > p_1$) divenissero negativi, allora il lato g del parallelogrammo sarebbe il più prossimo alla lente, corrispondendo alla maggior distanza p dal fôco, e il lato g_1 sarebbe il più lontano dalla lente, corrispondendo alla minor distanza p_1, e però l'imagine virtuale γ del lato g, più vicino, diverrebbe più piccola della imagine γ_1 del lato g_1, più lontano, cioè *la prospettiva* del rettangolo sarebbe *invertita*.

S'intende che il segno delle distanze p, p_1 ecc., dipende dal senso nel quale sono prese sull'asse, partendo dal fôco anteriore della lente, ossia da quel punto nel quale concorrerebbero i raggi paralleli all'asse che giungessero contro la faccia posteriore della lente stessa. Se si considera come positivo un p, che partendo dal fôco vada verso quella parte di dove arriva la luce, sarà negativo invece un p il quale proceda in senso opposto.

Ripigliando l'espressione (1) si può impiegarla per rappresentare anche la grandezza delle imagini virtuali χ e χ_1 di γ e di γ_1; date da una seconda lente di lunghezza focale φ, il cui fôco anteriore disti di π e di π_1, da γ e da γ_1.

Perchè in questo caso le imagini siano virtuali, bisogna che π e π_1, siano contati dal fôco anteriore verso la lente. Si avrà quindi, come dianzi:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = \frac{\gamma \pi_1}{\gamma_1 \pi}$$

dalla quale relazione si vede che, dato il rapporto fra γ e γ_1, si avrà:

$$\chi = \chi_1 \text{ se } \frac{\pi}{\pi_1} = \frac{\gamma}{\gamma_1}$$

$$\chi < \chi_1 \text{ se } \frac{\pi}{\pi_1} > \frac{\gamma}{\gamma_1}$$

$$\chi > \chi_1 \text{ se } \frac{\pi}{\pi_1} < \frac{\gamma}{\gamma_1}$$

onde in questo ultimo caso, la possibilità della *inversione prospettica*.

NOTE

([1]) *Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio Romano*, con corrispondenza e Bibliografia per l'avanzamento della fisica terrestre; compilato dal P. Angelo Secchi d. C. d. G. direttore del medesimo Osservatorio. Volume IV, anno IV, 1865. Roma 1865, 1 vol. in 4.°

N. 7, 31 luglio 1865. *Sulle macchie solari.* [Articolo II], pag. 63, nota (1), colonna 1ª.

([2]) *Atti dell'Accademia pontificia de' nuovi Lincei.* Tomo V, anno V (1851-52). Roma 1852, in 4.°

Astronomia: *Nuove ricerche sul calore del sole e sulla struttura della penombra nelle macchie solari.* Nota del P. Angelo Secchi, p. 428-438, vedi particolarmente: p. 435, nota (*).

([3]) Marangoni (Carlo), *Su di un fenomeno ottico avvertito dal P. Secchi interpretato dal dottor Carlo Marangoni.* Estratto dal *Nuovo Cimento.* Tomo XXVII, fasc. di gennaio, anno 1868, pag. 22-30. Pisa 1868, fasc. in 8° di 12 pag. delle quali le 1, 2, 3, 12 non numerate.

Il lavoro è datato da *Firenze* 20 *novembre* 1867.

([4]) *Journal de Physique théorique et appliquée,* publié par J. Ch. d'Almeïda, professeur de Physique au Lycée Henri IV. Tom. VI, année 1877. Paris 1877, in 4.°

Novembre 1877, pag. 339-342: *Sur une illusion d'optique*, par M. Lisleferme.

([5]) Francesco Eschinardi nato nel 1623 a Roma, entrò giovanissimo nella Compagnia di Gesù, professò dapprima filosofia e rettorica, poi matematiche a Firenze, a Perugia e finalmente nel Collegio Romano. Si segnalò come sacro Oratore, e fu ascritto dei primi all'*Accademia fisico-matematica* fondata in Roma nel 1679 da Mons. Giovanni Ciampini, sotto il patronato della Regina di Svezia. L'Eschinardi compose parecchi libri di vario genere, nei quali tutti, attraverso alla forma scolastica, voluta dal suo Istituto, trasparisce pur sempre un ingegno acuto e sicuro di sè. Scrisse varî lavori per l'Accademia del Ciampini, stampati per la maggior parte nel *Giornale dei Letterati*, che allora si pubblicava in Roma a spese d'Angelo Tinassi, e morì il 12 di gennaio del 1703 dell'età di 80 anni.

La data della morte del P. Francesco Eschinardi era rimasta ignota finora a tutti quelli che hanno parlato di lui. Debbo alla somma gentilezza del Principe Don Baldassarre Boncompagni la seguente nota dalla quale risulta con certezza la data poc'anzi indicata.

« La Biblioteca del Collegio Romano possedeva nel 1868 un volume stampato *in foglio*, contrassegnato I. XXIII. H. « (cioè Stanza I, Scanzia XXIII, Palchetto H) composto di 214 carte numerate a penna nei margini superiori dei *recto* coi « numeri 1....214, e contenente le note annue dei defunti della Compagnia di Gesù fatte stampare dal P. Generale per uso « della Compagnia medesima, dall'anno 1679 a tutto il 1767. La 24ª di tali note, che forma le carte 62ª—63ª del detto volume, ha nella prima sua pagina (lin. 1-3 e col. I lin. 1-18) il passo seguente.

DEFUNCTI
E SOCIETATE JESU
ANNO M DCC III.

Januarii.

P. Jo. Antonius Aranguibel, *Vergarae*	1	P. Petrus de Sylva, *in Residentia S. Felicis*	7
Vincentius Verdino, *in Monte Regali*	1	P. Antonius Riva, *Vnguarini*	8
Ioannes Papos, *Camberij*	2	P. Ioannes Kunig, *Vilnae*	8
P. Ludovicus de Sabbatier, *Massiliae*	2	P. Petrus Doebski, *Varsaviae*	9
Benedictus Chatard, *Burdigalae*	3	P. Ioannes Arnberger, *Gitzinij*	11
P. Ioannes Mourat, *Monachij*	3	P. Ioannes Baptista Besson, *Camberij*	11
P. Iosephus Antonius Mas, *Neapoli*	5	P. Franciscus Doms, *Majoricae*	12
P. Carolus de la Boessiere, *Attrebati*	6	P. Franciscus Eschinardi, *prope Oppid Rotae*	12

« Questo passo dimostra che il P. Francesco Eschinardi, morì nel giorno 12 gennajo 1703.

« Il detto volume era legato in cartone coperto internamente di carta bianca ed esternamente di carta colorita a marmo, con punte e dorso di pergamena. In questo dorso era incollato un tassello di pelle rossa, nel quale era impresso « in oro, Defuncti | e Soc. Jesu | 1679 | 1767 |.

« Nel 1868 il sottoscritto per gentile permesso avutone dal Ch. P. Francesco Patrizi d. C. d. G. allora Direttore della Biblioteca del Collegio Romano, fece eseguire dal sig. Enrico Narducci una copia del passo riportato di sopra (lin. 6-25 « della pagina 2ª del presente foglio) del detto Mss. contrassegnato I, XXIII, H, ed una descrizione del Mss. stesso.

« Il sottoscritto conserva questa copia e questa descrizione. Da questa copia e descrizione è tratto ciò che si legge nella 2ª pagina del presente foglio.

11 Maggio 1883. B. Boncompagni.

([6]) Eschinardi (Francesco) d. C. d. G., *Ragvagli del Padre Francesco Eschinardi della Compagnia di Giesù dati ad vn Amico in Parigi; sopra alcuni Pensieri sperimentabili proposti nell' Accademia Fisico matematica di Roma.* Roma 1680. A spese di Nicola Angelo Tinassi, in 4.°

([7]) *Centvria Problematvm opticorvm, in qua praecipuae difficultates Catoptricae, et Dioptricae, demonstrative soluuntur, seu Dialogi Optici Pars altera.* Avctore Francisco Eschinardo e Societate Jesv. Romae Typis HH. Corbelletti. MDCLXVI. Svperiorvm permissv, 1 vol. in 4.°

Il permesso è del 1° luglio 1666.

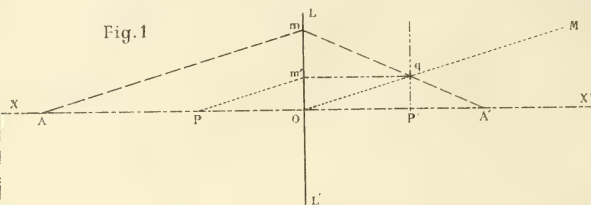
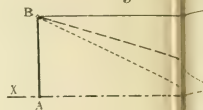
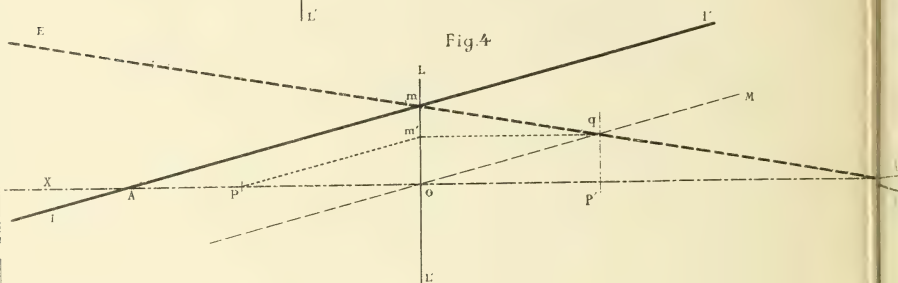
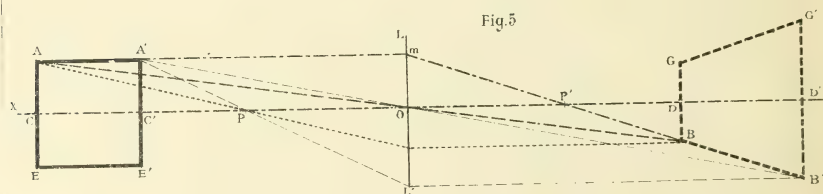
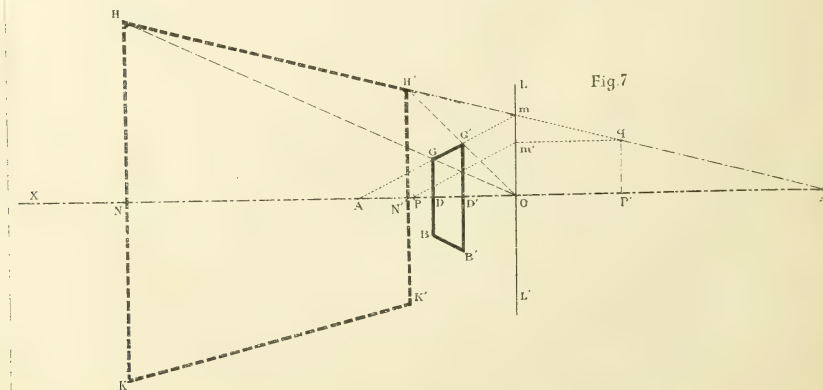
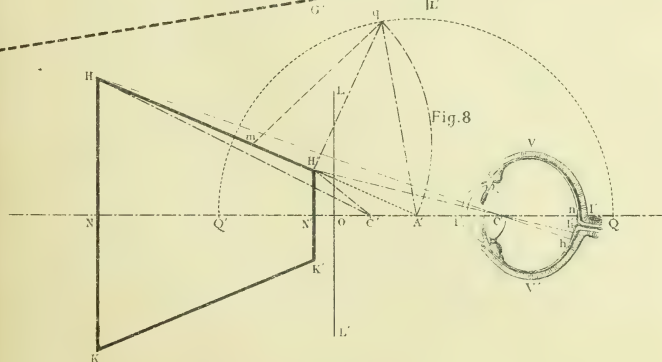
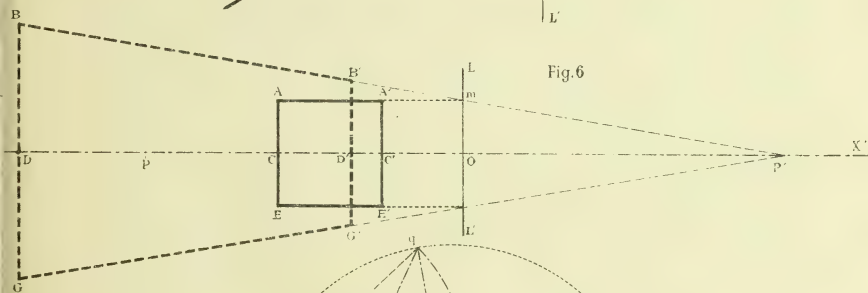
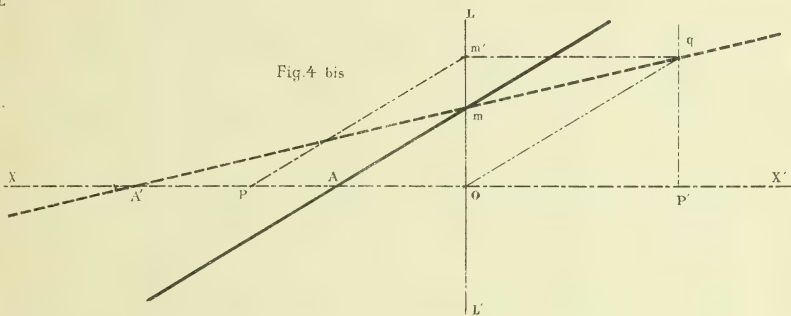
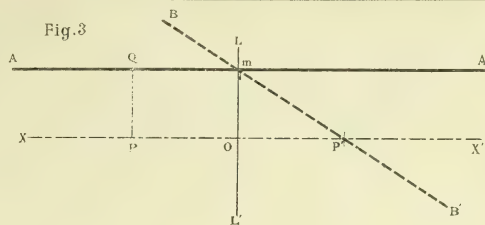
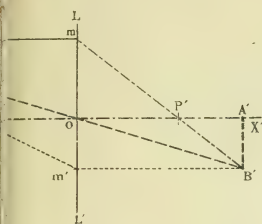
([8]) *Microcosmi Physicomathematici, sev Compendii, in quo clarè, et breuiter tractantur praecipuae Mundi partes, Coelum, Aer, Aqua, Terra; eorumque praecipua accidentia.* Tomvs Primvs. — Pervsiae. MDCLVIII. Ex Typographia Episcopali, Apud Haeredes Bartoli, et Angelum Laurentium. Svperiorvm Permissv, 1 vol. in 4.°

([9]) Isaaci Newtoni, Opera quae extant omnia, Commentariis illustrabat Samuel Horsley L. L. D. R. S. S. Reverendo admodum in Christo Patri, Roberto Episcopo Londinensi a Sacris. T. IV, Londini 1782, in 4.° pag. 12. — Optics, first Book, Part. I, Axiom. VI, Cas. 4; e nella edizione Padovana (1729) della traduzione latina (pag. 5).

([10]) *Centuria Problematum* etc. vedi la nota ([7]).

([11]) *Centuriae Opticae pars altera*, sev dialogi Optici pars tertia, in qua definitiones, seu explicatio terminorum; Problemata reliqua, quae desiderantur in prima parte ad complendam Centuriam: et epilogus totius operis ordinatus praecipue ad praxim. Ad Eminentiss. et Reuerendiss. Principem Leopoldvm ab Hetrvria S. R. E. Cardinalem Amplissimvm, Avctore Francisco Eschinardo e Societate Jesv — Romae, Typis Nicolai Angeli Tinassii. M.DC.LXVIII. Svperiorvm permissv — 1 vol. in 4°.

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 7

Lit Bruno e Salomone Roma

Sulla produzione dei globuli rossi nelle varie classi dei vertebrati.

Memoria del Socio G. BIZZOZERO e del dott. A. A. TORRE

letta nella seduta del 2 dicembre 1883.

(Con una tavola)

Già nel 1881 uno di noi ([1]) aveva dimostrato, che, come nella vita embrionale, così anche negli animali adulti i globuli rossi si moltiplicano per scissione indiretta, e che questo processo ha sede in determinate parti dell'organismo, le quali per gli animali da lui osservati (mammiferi, uccelli, lucertola, e rana) sono rappresentate dal midollo rosso delle ossa.

A questo reperto di Bizzozero s'aggiunse, poco dopo, quello di Peremeschko([2]), il quale trovò forme di scissione indiretta dei globuli rossi anche nel sangue circolante presso alcuni animali inferiori (*Triton cristatus*, *Rana esculenta* e *R. temporaria*, *Bombinator igneus*.

Se il lavoro di Bizzozero a questo modo confermava il principio che egli aveva già esposto fin dal 1869 ([3]), cioè che i globuli rossi si moltiplicano per scissione anche nell'animale adulto, ed anzi precisava che la scissione avviene per cariocinesi, tuttavia è da riconoscere che le osservazioni sue si riferivano solo ai vertebrati superiori, poichè le poche osservazioni sue sulla lucertola e sulla rana non potevan valere a dimostrare che questo principio si può applicare senz'altro ai rettili, agli anfibî ed ai pesci. — Per colmare questa lacuna l'anno scorso noi abbiamo fatto una serie di osservazioni sui vertebrati inferiori, delle quali demmo già una breve notizia ([4]). Queste osservazioni, però, avevano avuto per soggetto specialmente i rettili e gli anfibî, e dovevano considerarsi come incomplete per quanto spetta ai pesci. Noi perciò le ripetemmo e le estendemmo quest'anno, e diamo qui i risultati del nostro lavoro.

Le specie di animali che adoperammo per le nostre indagini furono relativamente assai poche, e ciò è dovuto ad una ragione molto ovvia. Volendo studiare se e dove abbia luogo la neoformazione dei globuli, è necessario che l'animale si trovi in condizioni perfettamente fisiologiche; giacchè, ad esempio, non si potrebbe considerare come argomento contrario alla cariocinesi il non trovare globuli rossi in

([1]) Bizzozero, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1881, n. 8 e Moleschott's *Untersuchungen*, Vol. XIII.
([2]) Peremeschko, Biol. Centralbl. 1 Bd. n. 2 (30 April 1881).
([3]) Bizzozero, *Sul midollo delle ossa* (Morgagni 1869).
([4]) Bizzozero e Torre, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1882, n. 33.

scissione in animali che si trovano in prigionia da tempo, e che furono nutriti insufficientemente o in modo diverso dal loro abituale. Si è perciò che noi ci limitammo agli animali che erano stati presi da noi stessi, e che esaminammo subito dopo la cattura. Solo in qualche caso ci servimmo eziandio di animali conservati da tempo; ma in questi casi, che noi ci piglieremo cura d'indicare nel seguito del lavoro, si trattava di animali che anche in prigionia potevano essere abbondantemente alimentati. — Gli animali esaminati sono quindi quasi tutti appartenenti a specie viventi nel nostro paese. E di ogni specie abbiamo quasi sempre esaminato buon numero di individui.

Noi abbiamo diretto la nostra attenzione specialmente al sangue, alla milza ed al midollo delle ossa, non trascurando però gli altri organi quando l'abbiamo creduto necessario. Trattandosi di elementi alterabilissimi, quali i globuli rossi giovani, in cui interessa accertare non solo la costituzione del nucleo, ma sì ancora la natura emoglobinica del protoplasma, è di grande importanza la scelta d'un buon metodo d'esame, che nel tempo stesso conservi gli elementi e ne renda distinte le parti che si voglion studiare. — Noi lavorammo sempre su elementi *appena tolti dall'animale vivo, dapprima esaminandoli nei loro liquidi naturali, poi preparandoli semplicemente in una soluzione indifferente di cloruro sodico, sia pura, che colorata con violetto di metile.* I metodi più complicati che altri osservatori hanno adoperato (essiccamento, indurimento delle parti con successiva colorazione con sostanze diverse ecc.) noi non li reputammo abbastanza sicuri, poichè è sufficientemente noto, sia la facilità con cui i globuli perdono la loro emoglobina, sia la possibilità che questa emoglobina imbibisca altri elementi diversi dai globuli rossi; sicchè può accadere che non si riconoscano più per globuli degli elementi che pur lo sono, o che si piglino per globuli degli elementi che non lo sono affatto. La concentrazione, della soluzione di cloruro sodico dovette necessariamente variare a seconda delle diverse specie di animali, come avremo cura di notare nel decorso del lavoro. Per trovare quella che meglio si confaceva alla qualità dei globuli esaminati, noi facemmo col sangue dell'animale, che si doveva studiare, diversi preparati microscopici, impiegando per ciascuno di questi una soluzione di cloruro sodico a diversa concentrazione e scegliemmo quella soluzione che meglio conservava la forma dei globuli, o che soltanto assai leggermente li rigonfiava e rendeva così più appariscente il nucleo contenutovi. È altrettanto necessario evitare sì le soluzioni troppo concentrate che le soverchiamente diluite. Le prime raggrinzano i globuli e, rendendone più opaco il protoplasma, ne rendono difficilmente visibile il nucleo; le seconde producono facilmente la diffusione dell'emoglobina e quindi lo scoloramento dei globuli; ed inoltre, gonfiando e rendendo sferici quei globuli che naturalmente sono ovali, tolgono un importante criterio distintivo fra i globuli adulti e quelli in via di sviluppo.

Siccome, però, l'opacità del protoplasma emoglobinico dei globuli è tale che in molti animali non permette di vedere palesemente il nucleo, così anche in queste, come nelle nostre precedenti indagini sulla ematopoesi degli uccelli (¹), noi trovammo assai utile aggiungere alla soluzione di cloruro sodico qualche goccia di soluzione acquosa concentrata di violetto di metile, la quale non esercita sui globuli (quando

(¹) Bizzozero e Torre, *Moleschott's Untersuchungen.* XII. Bd. 5/6 Heft.

sia diluita) alcuna influenza nociva. Se è troppo concentrata, li scolora. Noi l'adoperammo nella proporzione ad un dipresso di 1 di violetto solido per 10 mila di soluzione sodica. E diciamo *ad un dipresso*, perchè, siccome queste soluzioni si conservano poco, così usavamo volta per volta, quando ne avevamo bisogno, aggiungere ad alcuni grammi della soluzione sodica 1, 2, 3 goccie della soluzione acquosa concentrata ($1^0/_0$) di violetto, finchè la soluzione sodica avesse raggiunto quella intensità di colorazione che l'esperienza ci aveva dimostrato più opportuna. — Il violetto di metile è preferibile alle altre sostanze coloranti che abbiamo provato (azzurro di metilene, eosina, verde metilico, vesuvina) sia per la rapidità con cui colora il nucleo, sia pella qualità del colore che gli dà e che, come vedremo, rende più spiccata l'emoglobina del protoplasma globulare. Eguali vantaggi del violetto di metile ci diede il violetto di genziana. Non parliamo di altre sostanze coloranti in soluzioni alcooliche, alluminose, acide, alcaline ecc., che non sono adoperabili perchè alterano i globuli rossi e specialmente le loro forme giovani.

Deponendo una goccia di soluzione sodica così colorata con metilvioletto sul portoggetti, aggiungendovi un po' del sangue o del tessuto da esaminarsi, applicando il coproggetti e sottoponendo subito al microscopio, si scorgono già i nuclei dei globuli che cominciano a colorarsi in violetto; e la colorazione è completa dopo pochi minuti. Con essa si ha il vantaggio, non solo di far apparire più spiccata la forma del nucleo, ma altresì di rendere più palese, per la legge di contrasto dei colori, il colore giallo-rossigno del protoplasma emoglobinico che lo circonda.

Se non che, in alcuni animali, specialmente in quelli a globuli assai grossi, come il tritone, la salamandra e gli altri anfibî urodeli, neppure coll'aggiunta del metilvioletto si riesce a scorgere il nucleo in cariocinesi. In questo caso conviene dar mano *ad una soluzione tenuissima* ($0{,}5\,^0/_0$) di acido acetico. Fatto il preparato, e lasciati imbibir bene in violetto i nuclei degli elementi, si depone ad uno dei lati del coproggetti una goccia di soluzione acetica. Sottoposto il preparato al microscopio, si può vedere come, man mano che la soluzione si avanza, nei globuli rossi in cariocinesi il protoplasma emoglobinico dapprima diventi trasparente, poi incoloro, mentre il nucleo filamentoso appare man mano più spiccato e colorato in violetto. Continuando l'azione dell'acido, in molti animali i filamenti del nucleo si raggruppano insieme in una massa lucente, e a questo modo vanno diventando sempre meno distinti l'uno dall'altro. — La soluzione acetica penetra molto lentamente; ciò permette anche in un solo preparato di poter fissare successivamente parecchi globuli in cariocinesi, e tener dietro a queste modificazioni che l'acido in essi determina. Il che toglie del tutto il dubbio, che gli elementi incolori in cariocinesi che si trovano nel preparato quando l'acido ha completamente agito, non fossero prima globuli rossi.

Non occorre aggiungere che, dovendo nelle nostre indagini studiare elementi generalmente assai piccoli ed a struttura complicata, ci servimmo abitualmente di obbiettivi eccellenti e di grande potenza, quali gli obbiettivi ad immersione omogenea $\frac{1}{12}$ e $\frac{1}{18}$ di Zeiss, e $\frac{1}{15}$ di Reichert [1].

[1] Abbiamo creduto bene di insistere alquanto intorno al modo di preparazione perchè (vogliamo ripeterlo) il fare le osservazioni su animali che siano in istato, per quanto è possibile, vicino

Veniamo ora ai risultati delle nostre ricerche. Ci occuperemo soltanto dei rettili, degli anfibî e dei pesci, rimandando per quanto spetta ai mammiferi ed agli uccelli ai nostri lavori già citati, ai quali non avremmo nulla da aggiungere.

Dei rettili abbiamo avuto campo di studiare dei rappresentanti così dei saurî che dei chelonî e degli ofidî [1].

Dei saurî abbiamo esaminato la *Podarcis muralis*, la *Lacerta viridis*, e l'*Anguis fragilis*. In tutti questi animali il sangue contiene quasi esclusivamente globuli rossi adulti, cioè ovali, lunghi 15-18 μ. e larghi 9-10 μ. Vi sono, ma rari, i globuli rossi giovani, cioè dei globuli a forma sferica o soltanto leggermente ovale, con diametro di 7-9 μ. e costituiti da un nucleo sferico, relativamente grosso, circondato da uno strato sottile di protoplasma ialino, pallido ma chiaramente colorato in giallo rossigno dall'emoglobina. Non occorre aggiungere che si notano poi forme di transizione fra i globuli giovani e gli adulti. Fra essi non mancano del tutto le forme di scissione cariocinetica, ma sono estremamente rare. Anzi, in alcuni animali anche appena presi, non ci riescì affatto di trovarne. — La milza è relativamente piccola e pallida, ed è costituita quasi esclusivamente da leucociti della varietà linfatica, cioè piccoli, con nucleo unico e relativamente grosso, circondato da un sottilissimo velamento di protoplasma incoloro, finamente granuloso. Fra i globuli rossi che vi si trovano in piccola quantità se ne vede qualcuno di giovane, sferico; ma questo non può accennare ad una loro produzione nel parenchima splenico, poichè sono così scarsi, che evidentemente provengono dal sangue contenuto nei vasi dell'organo. — Ben diverso è il risultato che si ottiene dal midollo delle ossa, come per la *Podarcis muralis* è già stato descritto da uno di noi [2]. L'esame di esso si può fare agevolmente nella *Podarcis* e nella *Lacerta* esportando loro un femore, tagliandone con una forbice le due apofisi, mettendolo su di un portoggetti con una goccia di soluzione sodo-metilica, spaccandolo longitudinalmente con un bisturi e alla fine separando (giovandosi di una lente e degli aghi) il tessuto del midollo

al fisiologico, la più grande cautela nella scelta dei diversi reattivi ed un accurato controllo cogli elementi esaminati nei loro liquidi naturali, sono condizioni essenziali per ottenere dalla osservazione dei risultati soddisfacenti.

È forse per averle un po' trascurate, che alcuni osservatori hanno potuto vedere degli elementi che noi non osservammo mai, e non riuscirono, viceversa, ad osservare delle forme che sono elementi costanti. Citeremo, a cagione d'esempio W. Feuerstack, che pubblicò un recentissimo lavoro su questo argomento (*Die Entwicklung der rothen Blutkörperchen*, Zeitschrift für wissensch. Zoologie Vol. 38, fasc. 1°). Quest'osservatore ammette ancora una produzione dei globuli rossi da trasformazione dei bianchi, appoggiandosi ad un criterio che, allo stato presente della scienza, si può dichiarare insufficiente, cioè disponendo nell'ordine che crede più conveniente allo scopo, tutte quelle forme svariate di cellule che si trovano nelle ghiandole sanguigne e nel sangue; e d'altra parte dichiara di non aver mai veduto figure di scissione. Di certo egli giungerà a ben diversi risultati, se adotterà i metodi che noi abbiamo esposto in questo e nei precedenti lavori, e che raggiungono lo scopo, di rispettare la forma dei globuli, di conservare il protoplasma emoglobinico, e, al tempo stesso, di rendere evidente il nucleo.

(1) Per lo studio dei elementi dei rettili la soluzione di cloruro sodico, che trovammo preferibile è quella a 0,55 0,60 $\frac{0}{0}$.

(2) Bizzozero, *Centralbl. f. d. med. Wiss.* 1881, n. 8 e Moleschott's, *Untersuchung*. vol. XIII.

dall'osso. Per l'*Anguis fragilis*, che, come è noto, manca di estremità, invece del femore s'adopera una delle numerosissime coste, le quali, quantunque assai sottili, contengono un cilindro di midollo che cogli aghi si può isolare sotto la forma di esile filo. La costituzione del midollo di questi varî saurî è press'a poco la stessa. Immersi in una sostanza fondamentale d'aspetto mucoso vi si scorgono: 1° scarse cellule adipose, e cellule connettive ramificate e spesso pimmentate; 2° numerosi leucociti, fra i quali (a differenza dalla milza) predominano quelli della varietà grossa forniti di copioso protoplasma, spesso ricco di grossi granuli brillanti; 3° numerosi globuli rossi, fra cui sono copiose tanto le forme giovani quanto le forme di scissione. Le diverse apparenze cariocinetiche di quest'ultime riescono già visibili nella sola soluzione sodo-metilica; la costituzione filamentosa del nucleo però appare più spiccata con un successivo e cauto trattamento coll'acido acetico.

Quanto abbiamo esposto, giova ripeterlo, si riferisce ad animali appena presi. In una *Pedarcis* conservata in laboratorio da una ventina di giorni, e tenuta senza cibo, tanto nel sangue quanto nel midollo mancavano affatto sì i globuli rossi giovani che le loro forme di scissione.

Dei cheloni esaminammo alcuni individui appartenenti alla *Testudo greca*, che abbiamo lasciato vivere liberi per alcun tempo nel giardino del laboratorio, ove trovavano nutrimento. In questi animali non è facile ottenere una certa quantità di midollo; anche adoperando il femore se ne hanno solo dei piccoli pezzetti. Riesce più comodo staccare un pezzo della piastra ventrale dello scudo osseo, e schiacciarlo con una tenaglia; dai fori nutrizî dalla superficie interna si vede uscire una sostanza molle e rossigna che è per l'appunto il midollo. All'esame microscopico in questo si riscontrano, immersi in una sostanza fondamentale mucosa, un piccol numero di cellule adipose, e di cellule connettive ramificate e pimmentate, un gran numero di leucociti, specialmente di quelli della varietà grossa con grossi granuli brillanti nel protoplasma, e un discreto numero di globuli sanguigni rossi. Di questi ultimi buona parte è rappresentata da forme giovani sferiche, fra cui si può scorgere qualche elemento in cariocinesi. — Nè nella milza nè nel sangue circolante riescimmo a trovare forme di scissione, ed anche i globuli rossi sferici vi erano rarissimi.

Come appare da questa esposizione, il reperto che ebbimo nelle tartarughe, benchè ci abbia resi certi della moltiplicazione dei loro globuli rossi nel midollo delle ossa, differisce da quello dei saurî per la scarsezza di questi globuli in via di cariocinesi. Noi crediamo che questa scarsezza dipenda dalle condizioni forse poco favorevoli di vita in cui gli animali si trovavano. Questa nostra supposizione venne avvalorata da quanto ci venne dato di trovare in due tartarughe, che avevamo rese anemiche con due salassi praticati alcuni giorni prima della osservazione. In esse il midollo conteneva gran numero di globuli rossi in via di scissione, e moltissime forme di transizione da globuli rossi giovani ad adulti. Un discreto numero di simili forme si aveva anche nel sangue circolante. La milza invece ci diede anche qui un risultato negativo.

Qual rappresentante degli ofidî noi abbiamo potuto adoperare la *Vipera berus* e il *Tropidonotus natrix*. Di Tropidonotus ne ebbimo di diversa lunghezza, da un quarto di metro a più di un metro. — Nel sangue di entrambi gli animali trovammo rare

le forme cariocinetiche dei globuli rossi, e di solito scarse le loro forme giovani. Però in una vipera presa in agosto, e lunga 55 cent., in ogni preparato di sangue trovammo 3-5 scissioni. — La milza si presenta sotto la forma di un piccolo corpicciuolo, irregolarmente ovale, rosso pallido, del diametro di 4-5 mm., situato al disotto dell'estremità inferiore della cistifellea. Contiene prevalentemente leucociti della varietà linfatica, e pochi leucociti grossi. Rarissimi i globuli rossi in cariocinesi. — Il midollo delle ossa, che si può ottenere facilmente dalle numerosissime coste col metodo già indicato per l'*Anguis fragilis*, non presenta differenza degna di nota da quello degli altri rettili; predominano, cioè, sugli altri elementi i leucociti a grossi granuli brillanti, e i globuli rossi giovani insieme alle numerose loro forme di scissione indiretta. — Da tutto l'esposto possiamo dedurre che nei rettili la fonte principale dei globuli rossi è nel midollo delle ossa. La loro scissione nel sangue circolante è scarsa o nulla. La milza non partecipa al processo; essa può piuttosto considerarsi come una ghiandola linfatica.

Degli anfibî anuri abbiamo avuto occasione di studiare la *Hyla viridis*, il *Bufo vulgaris*, la *Rana temporaria* e la *Rana esculenta*. Furon specialmente le rane che ci fornirono il più copioso materiale di indagine. — Se si esamina il sangue di una rana appena presa, si può facilmente confermare la osservazione di Peremeschko, che esso contiene dei globuli rossi in scissione; in ogni preparato microscopico se ne possono trovare due, quattro e più. Questo reperto non può però condurci alla conclusione che nell'animale adulto si continui quello stato di cose che si osserva durante un primo periodo dello sviluppo embrionale, cioè che la moltiplicazione dei globuli rossi si compia tutta nel sangue circolante. Anche nei batraci anuri il principale suo focolaio è invece fissato in un organo; e quest'organo neppur qui è la milza, poichè questa non suole presentarci, quali suoi elementi essenziali, che globuli rossi adulti e leucociti, prevalentemente della varietà piccola. Il vero focolaio di produzione dei globuli negli anfibî anuri adulti è a riporsi nel midollo delle ossa. Esaminando quest'ultimo, traenddolo per esempio all'omero o dalla tibia, vi si trovano, insieme a variabile e spesso grande quantità di cellule adipose, molti leucociti (specialmente della varietà grossa) e buon numero di globuli rossi. Di questi, molti sono adulti; il resto (ed è un resto spesso ragguardevole) è rappresentato da globuli rossi giovani, e da globuli in scissione. E questi e quelli sono, in paragone al numero dei globuli rossi adulti, di gran lunga più numerosi che nel sangue.

Se le rane vengono tenute a digiuno, anche in esse si mutano questi rapporti. Dapprima è il sangue che si modifica: scompaiono le forme di scissione, e va sempre più diminuendo quello dei globuli rossi giovani. Queste stesse modificazioni avvengono nel midollo, ma più tardi, sicchè ad esempio nel sangue non si possono già più scoprire forme di scissione, mentre se ne trovano ancora di numerose nel midollo. In quest'ultimo, poi, nel digiuno si manifestano alterazioni d'altra natura; il grasso delle cellule adipose gradatamente diminuisce e si riduce a poche gocciole fortemente colorate in giallo; e il posto lasciato libero dalle cellule adipose impiccciolite viene occupato da gran copia di leucociti e dai vasi dilatati, nel cui lume i

leucociti si osservano pure numerosissimi. Anche nelle rane adunque il digiuno cagiona un arresto nella produzione dei globuli.

Prima di lasciare i batraci anuri, dobbiamo dire due parole sulle particolarità che offrono i loro globuli rossi durante la cariocinesi. Se osserviamo questi globuli nella rana, vediamo che, mentre negli altri animali hanno una forma regolare prima rotonda, poi ovale, poi ovale con uno strozzamento equatoriale che si va facendo più profondo fino a prodursi così due globuli figli di forma abbastanza regolarmente sferoidale, nella rana, invece, queste stesse forme succedentisi sono irregolarissime, come appare dagli elementi rappresentati nella figura 1ª. Le linee di contorno sono sinuose, ad angoli, la superficie dell'elemento presenta irregolari ripiegature, gli elementi collo strozzamento equatoriale hanno l'aspetto di un sacco poco pieno, strozzato verso il mezzo con una corda. A prima giunta queste forme svegliano il dubbio che si tratti di un fatto artificiale, dovuto per esempio ad una soverchia concentrazione del liquido in cui vien fatto l'esame. Ma questo dubbio vien dissipato dapprima dal fatto, che esse sono costanti, anche quando la concentrazione del liquido, in cui si osservano, conservi perfettamente la forma dei globuli rossi comuni, e poi da ciò che esse si notano anche quando s'esamini il sangue puro appena tolto dall'animale. A chi poi volesse obbiettare, che anche in quest'ultimo caso non si può escludere una possibile influenza degli artificî di preparazione nell'atto che il sangue si estrae e si accomoda a preparato microscopico, si può rispondere con quanto si osserva nella coda trasparente dei girini esaminati, vivi e nell'acqua, al microscopio. Per fare questo esame con comodità è utile, sebbene non indispensabile, rendere immobile il girino, per esempio col curaro. Si fa una piccola incisione con una forbice verso la radice della coda e si immerge il girino in una soluzione al 0,5% di curaro. Dopo un'ora all'incirca esso suole esser diventato immobile. Lo si lava nell' acqua comune, ed in alcune goccie di essa lo si distende su di un adatto portoggetti, coprendo con un coproggetti la porzione più trasparente di coda che si vuol esaminare. Con un piccolo ingrandimento si cerca un vaso capillare adatto; se la circolazione vi è troppo rapida, la si rallenta portando via con una pipetta un po' dello strato d'acqua che sostiene il coproggetti, in modo che quest'ultimo eserciti un po' più di pressione sulla coda sotto giacente. In questa maniera si riesce ad ottenere che i globuli rossi circolanti si muovano abbastanza lentamente da poter essere distinti ad uno ad uno. Per poco che si continui l'esame, se il girino era in buone condizioni di nutrizione, si vedranno di certo, insieme a numerosi globuli rossi e leucociti, passare tratto tratto delle forme irregolari che corrispondono alle forme di scissione testè descritte.

Non è improbabile che questa irregolarità di forma esterna dei globuli in cariocinesi esista anche in altre classi di vertebrati; ma per accertarsene converrebbe studiare gli elementi del sangue nell'animale vivente, il che noi non abbiamo fatto; nè si potrà fare che in quegli animali in cui si hanno forme cariocinetiche nel sangue circolante; giacchè quando la cariocinesi è fissata in un organo (milza e midollo) la opacità di questo ne impedisce l'esame microscopico nel vivente.

Riassumendo, anche negli anfibî anuri il principale focolaio di produzione dei globuli rossi è rappresentato dal midollo delle ossa.

Degli anfibî urodeli esaminammo il *Triton cristatus*, la *Salamandra maculosa*, la *Glossolga hagenmülleri* e l'*Axolotl*. Le osservazioni più numerose vennero fatte sul tritone, che potevamo procurarci con grande facilità.

Negli urodeli non ci può essere questione di una ematopoesi del midollo, perchè il pochissimo midollo che ci riescì di trarre dalle loro ossa è costituito da tessuto adiposo. — Il sangue del tritone ci presenta dei globuli rossi quasi tutti adulti; sono poco numerosi i giovani ed assai rari quelli che si trovano in cariocinesi. Ben diverso è il risultato quando si esamina la milza. A differenza degli animali fin qui esaminati, essa è relativamente voluminosa e di color rosso intenso; è assai molle, e spappolabilissima. Esaminata in una soluzione di cloruro sodico 0,35% colorata come di consueto con violetto di metile, appare costituita da leucociti, e da un numero stragrande di globuli rossi. Fra questi ultimi predominano quelli in via di sviluppo. I più giovani son costituiti da un nucleo sferico del diametro di circa 12 μ., ravvolto da uno strato di protoplasma giallognolo così sottile, che l'intero elemento non acquista che un diametro di 15-16 μ. Da questi elementi piccoli, sferici, così poveri di protoplasma, arriviamo per una serie di forme di passaggio ai globuli adulti, ovali, appiattiti, e così ricchi di protoplasma giallognolo, che, pur contenendo nuclei non più lunghi di 14-17 μ. nè più larghi 8,5-10,5 μ. arrivano ad una lunghezza di 31-34 μ., ed una larghezza media di 18 μ. — Frammezzo a questi elementi, poi, si scorgono qua e là nel campo del microscopio altri elementi, che si distinguono per la particolarità del loro aspetto e della loro colorazione. Infatti, mentre i globuli rossi finora descritti si presentavano distinti in nucleo e protoplasma, e quello appariva colorato in violetto dal metile, questo in giallognolo dall'emoglobina, gli elementi di cui veniamo ora a parlare attraggono di primo acchito l'attenzione per ciò, che non lasciano scorgere un nucleo (questo traspare leggermente solo quando l'imbibizione violetta sia molto intensa), che sono uniformemente colorati in verdiccio, e che hanno una forma assai variabile. Infatti essa ora è sferica, ora ovale, ora allungata con uno strozzamento equatoriale; in non rari elementi questo strozzamento è così profondo, che l'elemento è diviso in due metà riunite fra loro da un sottile e cortissimo filamento di sostanza incolora (fig. 2ª). Orbene, questi elementi rappresentano appunto le forme cariocinetiche dei globuli rossi del tritone; e il non apparire del loro nucleo colla semplice colorazione di metilvioletto dipende soltanto da ciò, che essendo tali elementi assai grossi, la massa della sostanza colorata dall'emoglobina impedisce di vedere (come invece era stato il caso degli altri vertebrati studiati fin qui) le linee di contorno del loro nucleo. La presenza di questo viene accennata soltanto dal già citato colore verdiccio di questi elementi, dovuto alla combinazione del colore violetto dei filamenti nucleari col giallo rossigno della massa emoglobinica. E che si tratti veramente delle forme cariocinetiche dei globuli rossi si dimostra facilmente, aggiungendo ad un lato del coproggetti una goccia della soluzione 0,5% di acido acetico. Tenendo d'occhio uno di tali elementi mentre, coll'avanzarsi della soluzione, il liquido che lo circonda va acidificandosi sempre più, si scorge quanto segue: dapprima il protoplasma diventa un po' più trasparente, e i filamenti cariocinetici del nucleo cominciano ad apparire e si fanno gradatamente più spiccati: poi arriva un punto in cui il protoplasma è ancora palesemente

giallognolo, mentre il nucleo appare in tutta la sua bellezza, colorato in violetto; finalmente i filamenti nucleari diventano piuttosto brillanti e si coartano alquanto, e il protoplasma diventa incolore. — Comparando parecchi di questi elementi fra loro, vi si possono distinguere tutte quelle forme che dagli autori vennero descritte quali proprie alla cariocinesi, e fra esse predominano per numero quelle col nucleo a glomerulo, col nucleo a stella, coi due nuclei figli a stella, e coi due nuclei figli a glomerolo (fig. 3ª). Si ha occasione di constatare altresì che i filamenti nucleari occupano quasi tutta la cellula arrivando fin verso la sua superficie; il che non deve far meraviglia, considerando che, come è stato detto più sopra, i globuli sanguigni più giovani, cioè derivanti direttamente da una scissione, sono costituiti da un nucleo assai grosso, rivestito soltanto da un sottile velamento di protoplasma.

Paragonando fra loro le milze di diversi animali, si trova che non contengon tutte la stessa quantità di elementi in scissione. Ciò deve dipendere certamente da diverse cause, come, per esempio, dall'età dell'animale, dalla stagione in cui si osserva, dal suo stato di nutrizione ecc. In un tritone maschio, tenuto da un paio di mesi a digiuno, non potemmo trovare alcuna cariocinesi nè nel sangue nè nella milza. In un altro tritone esaminato appena preso, verso la fine di ottobre, con una temperatura esterna forse di 12 gradi, non trovammo nel sangue alcun elemento in scissione, mentre ne era ricca la milza. In tritoni tenuti nel laboratorio durante l'inverno in una stanza riscaldata di giorno circa a 13° C. e nutriti di lombrici, trovammo la milza piccola pallida e mediocremente ricca di elementi cariocinetici; mentre altri tritoni ch'eran stati presi cogli antecedenti, ma che eran stati tenuti più d'un mese in una stufa alla temperatura costante di circa 26° C., dalla quale venivano estratti soltanto un paio d'ore ogni giorno perchè si cibassero di lombrici, ci presentarono una milza grossa, di color rosso scuro e ricchissima di sangue; e in essa il numero delle cariocinesi era relativamente alquanto superiore, assolutamente (considerata la grossezza dell'organo) di molto superiore a quelle dei tritoni antecedenti.

Quanto dicemmo pei tritoni vale anche per le salamandre; anche in queste, poche scissioni nel sangue circolante e molte nella milza.

Esaminammo un *Axolotl*, che ci procurammo a Torino e che uccidemmo dopo averlo nutrito abbondantemente di lombrici per una settimana. Per l'esame dei suoi globuli dovemmo adoperare una soluzione di cloruro sodico un po' più diluita che nel tritone. Nel sangue trovammo globuli quasi tutti vecchi; pochi giovani sferici, nessuna scissione. La milza era rosso bruna, spappolabilissima, e conteneva buon numero di globuli giovani, e un discreto numero di cellule in scissione.

Ebbimo, infine, occasione, di esaminare una *Glossoliga hagenmülleri*, che ci venne donata dal prof. Camerano, cui fu spedita da Bona di Algeria. Prima d'ucciderla la nutrimmo per un paio di settimane con lombrici. Il suo sangue conteneva buon numero di globuli giovani e fra essi qualcuno in scissione; i globuli rossi adulti erano lunghi 39 μ., larghi 18 μ. La milza era rosso-bruna ed assai molle, e conteneva un numero stragrande di globuli giovani e di forme di scissione. Riguardo a queste ultime è da notare, che le forme cariocinetiche del nucleo apparivano già colla semplice colorazione in metilvioletto, senza bisogno del successivo trattamento coll'acido acetico.

Le precedenti indagini ci conducono alla conclusione, che negli anfibî urodeli il midollo delle ossa perde ogni importanza ematopoetica. In essi (lasciando da parte le poche scissioni che si vedono nel sangue), è la milza la principale sorgente dei globuli rossi. Essi sono *i primi animali nei quali noi abbiamo potuto constatare una attività ematopoetica normale della milza nell'individuo adulto.*

Dove il nostro studio incontrò maggiori difficoltà si fu nei pesci. Quelli fra essi che potemmo avere a nostra disposizione appena presi furono la *Tinca vulgaris*, l'*Anguilla vulgaris*, il *Salmo thymallus* e il *Leuciscus alburnus*. Di grande utilità ci furono i ciprini (*Carassius Cauratus*), che conservavamo in laboratorio, nutrendoli abbondantemente di lombrici.

I risultati che ottenemmo esaminando buon numero di individui appartenenti a queste specie furono affatto contradittorî ([1]). In casi piuttosto frequenti, tanto il sangue quanto la milza non ci presentavano quasi che globuli adulti, i giovani erano scarsissimi e mancavano affatto le scissioni. In un numero discreto di casi il numero dei globuli giovani era abbastanza rilevante (sempre più nella milza che nel sangue), ma mancavano le forme di scissione. Finalmente, in pochi casi potevano vedersi nella milza delle forme di scissione, ma in numero limitatissimo. Nei pesci, naturalmente, non possiamo parlare dell'esame del midollo delle ossa. In essi, però, acquista importanza per l'ematopoesi un altro organo, il rene. Com' è noto, in alcuni pesci in tutto il suo tessuto, in altri soltanto nella parte anteriore, il rene ha fra i canalicoli uno stroma ricchissimo di leucociti, sicchè si può dire che qui sono combinati fra loro il parenchima di una ghiandola secernente, e quello di un organo linfoide. Orbene, in quei casi in cui la milza era ricca di globuli rossi giovani, o conteneva qualche forma di scissione, altrettanto si osservava nei preparati di dilacerazione di queste porzioni linfoidi del rene.

I migliori risultati per l'argomento che ci occupa li ottenemmo da certi giovanissimi *leuciscus* (lunghi da 10 a 12 mill.) che probabilmente, secondo ci comunicò il noto ittiologo dott. Bellotti, appartengono al *L. alburnus*, e che si possono pescare in gran copia in autunno sulle rive del lago di Varese. — Se ne ottiene il sangue decapitandoli, ed immergendo la superficie di sezione del tronco in una goccia di soluzione sodo-metilica. Per isolare la milza ed i reni conviene lavorare al microscopio semplice, con una lente di discreta forza, per es. coll'obbiettivo n. 2 di Hartnack. Si spacca il pesce, e se ne esporta l'intestino, il quale esce accompagnato dal fegato e dalla milza; questa si riconosce e si isola sotto forma di una linguettina di colore più oscuro di quello del fegato. Fatto ciò, si esporta la vescica natatoria, e a questo modo si mettono allo scoperto i reni, che agevolmente si possono distaccare con una pinzettina a punte acute. — Anche in questi piccoli *leuciscus* il sangue è assai povero di forme giovani di globuli rossi; ma la milza ed i reni ne sono ricchissimi; ed, oltre a ciò, presentano un certo numero (per verità, relativamente piccolo) di forme di scissione. Le quali, come di solito s'osserva nei

([1]) Pei pesci si richiede una soluzione di cloruro sodico al 0,55 p. 0/0, colorata col violetto di metile, senza bisogno d'aggiunta d'acido acetico.

pesci, si distinguono dalle corrispondenti delle altre classi di vertebrati per questo solo, che sono povere di emoglobina, dimodochè hanno un colorito solo lievemente giallognolo. — Per essere esatti bisogna notare, che anche nei piccoli *leuciscus* non mancano le eccezioni, e che, per es. dopo averne esaminati parecchi che presentano il reperto sopradescritto, se ne può trovar uno che non offre che un numero scarsissimo di globuli giovani, senza che se ne possa sospettare la causa.

Questo fatto della tenuità di numero degli elementi che, per concorde risultato delle ricerche fatte negli altri animali, eravamo in diritto di considerare come gli elementi rigeneratori dei globuli rossi, ci fece dapprincipio sospettare, che sull'attività di produzione di questi elementi nei pesci avesse forse influenza la stagione, e che per caso le nostre ricerche fossero state istituite in un periodo dell'anno nel quale il rinnovamento del sangue fosse in uno stadio di riposo. Ma non potemmo conservare molta fede in questa supposizione, perchè avendo in alcuni pesci (*Tinca*, *Carassius*) ripetuto l'esame in diversi mesi dell'anno, il reperto non fu gran fatto diverso l'una volta dall'altra. — Ci restavano due altre ipotesi: o i globuli rossi dei pesci hanno origine per un processo diverso da quello degli altri vertebrati, di modo che la scissione dà solo un contributo secondario alla loro produzione, o i globuli rossi dei pesci si rinnovano molto lentamente, sì che bastano pochissime scissioni (così scarse che non sempre si possono trovare dall'osservatore) per formare quegli elementi giovani che devono sostituire i pochi globuli rossi vecchi che quotidianamente si distruggono.

Per accertare quanto ci fosse di vero nella prima ipotesi non abbiamo risparmiato cure o fatiche, investigando se nel sangue o negli organi ematopoetici si potessero trovare degli elementi da considerarsi come produttori di globuli rossi. La nostra attenzione venne diretta specialmente sui leucociti, e su quegli altri elementi che uno di noi ha descritto sotto il nome di *piastrine nucleate* [1], e che Hayem ha effettivamente considerati come globuli rossi in via di sviluppo, e designati per ciò col nome di ematoblasti. Ma sì per l'uno che per l'altra specie di elementi ottenemmo risultati negativi; non mai ci potemmo persuadere dell'esistenza di forme che, pel diventare omogeneo e giallognolo del loro protoplasma, potessero considerarsi come forme di transizione ai globuli rossi.

Però, fra i globuli rossi dei ciprini, ed anche di qualche individuo degli altri pesci da noi esaminati, trovammo talvolta degli elementi che meritano particolare menzione (fig. 4ª). In qualche caso essi erano abbastanza numerosi; in preparati di sangue o di milza dei ciprini talora ne contammo uno o due per ogni campo di microscopio. — Gli elementi in questione sono di differente aspetto. Alcuni sono in tutto simili ai soliti globuli rossi adulti, salvo che nel nucleo, il quale, invece di essere ovale, ha uno strozzamento equatoriale che lo fa rassomigliare ad un 8. In altri la cellula è essa pure allungata e strozzata equatorialmente, e le due metà del nucleo non aderiscono fra loro che per un filo. Se ne vedono altre ancora, in cui le due metà del corpo cellulare sono allontanate l'una dall'altra, contenenti

(1) Bizzozero, Virch. Arch. Vol. XC. Novembre 1882.

ciascuna un nucleo e riunite fra di loro per un peduncolo colorato debolmente dall'emoglobina, od anche incoloro, ora diritto, ora curvo in modo da dare all'elemento la forma di bisaccia.

Non possiamo negare che questi elementi ci hanno fortemente impressionati, e che, per quanto ci ripugnasse d'ammettere che nei pesci la scissione dei globuli rossi decorra in modo diverso dagli altri vertebrati, ci abbiano fatto travedere la possibilità che in questi animali i globuli rossi si moltiplichino per scissione *diretta*. — Non è bisogno di dire, che per spiegare queste forme abbiamo pensato ad accidentalità nell'atto della preparazione, o stiramenti subìti dai globuli, a fatti insomma indipendenti dalla costituzione normale del globulo vivente. Ma la copia in cui negli animali in cui esistevano esse ci si presentarono, limitarono molto la nostra fede in queste diverse spiegazioni. D'altra parte, però, il fatto che esse ci occorsero quasi soltanto nei ciprini, non è favorevole alla supposizione che esse rappresentino una forma fisiologica costante dell'organismo dei pesci. — Noi, perciò, ci asteniamo da ogni giudizio sul loro significato, e lasciamo in sospeso il quesito se pei globuli dei pesci possa darsi una scissione diretta; ben contenti, però, che le esperienze che stiamo per riferire ci abbiano dimostrato quale enorme attività possa avere in essi il processo di scissione indiretta.

Più sopra abbiamo emessa la ipotesi che la scarsezza di forme cariocinetiche indicasse un rinnovamento del sangue assai lento. Per provarla sperimentalmente noi dovevamo cercare di rendere più attiva la produzione dei globuli rossi; se la ipotesi corrispondeva al vero, avremmo dovuto verificare un aumento di numero delle forme cariocinetiche. A questo scopo noi abbiamo fatto parecchie serie di esperienze sui ciprini che, come si sa, vivono assai bene e per lungo tempo in istato di prigionia, e che si possono nutrire facilmente coi lombrici viventi. Il numero degli animali su cui si sperimentò arriva verso la cinquantina. La produzione di sangue veniva resa più attiva col salasso; il quale veniva facilmente praticato sollevando un opercolo ed incidendo con una lancetta qualcuno dei grossi vasi branchiali. Dalla intensità di colorazione rossa che assumeva l'acqua in cui il pesce si teneva immerso si poteva desumere ad un dipresso l'entità del salasso fatto. I salassi venivano fatti a 3-6 giorni di distanza l'uno dall'altro e l'esame definitivo del pesce veniva istituito otto o dieci giorni dopo l'ultimo salasso, affine di poter dar tempo di manifestarsi ai processi riparatori dell'emorragia. Ecco quanto ottenemmo. — Uno o due salassi danno scarsi risultati. Dopo il terzo o più spesso dopo il quarto, invece, il sangue appare notevolmente modificato; già ad occhio nudo, incisa la branchia, lo si vede uscire di un colore non più rosso ma roseo. E di pari passo col suo aspetto macroscopico si modifica il microscopico. Mentre nel sangue normale i globuli, come si disse, sono quasi tutti adulti, in questi animali ripetutamente salassati i globuli giovani appaiono numerosi, talvolta numerosissimi. In un pesce salassato quattro volte in un mese ed ucciso tredici giorni dopo l'ultimo salasso, su 100 globuli rossi adulti contammo in media 45 globuli giovani; in un altro pesce parimenti salassato quattro volte ed ucciso dieci giorni dopo l'ultimo salasso, contammo in media 100 globuli vecchi per 280 globuli giovani. Oltre ai

globuli giovani si osservano poi costantemente, ma rare, delle palesi forme di scissione cariocinetica (fig. 5ª). — Anche la milza era profondamente modificata. Essa appariva molle, di color rosso bruno, sotto forma di cordoni mal delimitati e disposti fra le anse intestinali. Essa pure conteneva copiosi i globuli giovani ed i globuli in scissione; ed essi non si potevano credere dovuti al sangue circolante che li trasportasse nella milza come li trasportava in qualunque altro organo del corpo, per questa ragione, che nella milza il rapporto fra globuli adulti e globuli giovani era diverso da quello del sangue. Infatti, mentre, nel pesce primo citato, nel sangue su 100 globuli vecchi si contavano 45 giovani, nella sua milza su 100 dei primi contavansi 120 dei secondi; e nel secondo pesce mentre nel sangue il rapporto era di 100 : 280, nella milza era di 100 : 700. — Noi abbiamo addotto questi due soli esempî; ma i casi in cui col salasso determinammo più o meno forte questa attiva moltiplicazione dei globuli rossi li contammo a diecine, ed in tutti osservammo questa differenza fra il sangue e la milza. Ebbimo qualche raro caso in cui, ad onta del salasso, essa ci mancò; ma queste poche eccezioni ci riescirono esplicabili, sia perchè l'animale non voleva abituarsi a prender cibo, sia perchè esso evidentemente non era sano, come appariva dall'esame del suo sangue, nel quale erano straordinariamente numerosi i globuli bianchi. Già da altri, per esempio da Balbiani, venne osservata questa forma non sappiamo se di leucocitosi o di leucemia dei pesci.

Nelle nostre esperienze sui pesci salassati noi abbiamo, oltre che alla milza, diretta la nostra attenzione alla porzione linfoide del rene, ed anche in essa abbiamo trovato numerosi i globuli giovani e le forme di scissione; assai più numerosi che nel sangue, e, a quanto ci parve, altrettanto numerosi, rispetto ai globuli adulti, che nella milza.

Dalle nostre esperienze risulta ancora confermata la supposizione che avevamo esposto da principio, cioè che la evoluzione dei globuli rossi dei pesci ha luogo assai più lentamente che nei vertebrati superiori. Infatti, per molto tempo dopo l'ultimo salasso, il sangue dell'animale continua a presentare le forme di scissione, e le forme giovani; e, come è facile prevedere, dapprima scompaiono quelle, poi queste. Inutile aggiungere, che si può anche constatare un periodo, in cui queste forme sono scomparse, o quasi, dal sangue, mentre occorrono discretamente numerose nella milza e nel rene. Ecco un' esperienza che servirà tanto a prova di ciò, quanto ad esempio del nostro modo di esperimentare.

L'esperienza viene fatta su 10 ciprini, che si nutrono abbondantemente di lombrici, e dura (dal giorno del primo salasso, a quello dell' ultimo esame) *cinque mesi*.

I pesci nello spazio di 14 giorni vengono salassati 4 volte, cioè il 12, il 15, il 18 ed il 26 di dicembre. Ad epoche diverse dopo l' ultimo salasso vengono sottoposti ad esame nel seguente modo: di tutti si esamina il sangue uscito da un' incisione fatta nella branchia, e di uno di essi (ucciso all'uopo) vengono esaminati gli organi.

Il 5 gennaio (10 giorni dopo l'ultimo salasso) nè nel sangue circolante nè nella milza (notiamo per brevità che ciò che diciamo per la milza vale anche pel rene), trovansi globuli giovani o forme di scissione.

All'11 gennaio (16 giorni dopo l' ultimo salasso) il sangue contiene molti globuli giovani, con poche forme di scissione. Nella milza i globuli giovani sono più numerosi degli adulti, e sono frequenti le forme di scissione.

Il 19 gennaio (24 giorni dopo l'ultimo salasso) e il 22 dello stesso mese, il sangue contiene moltissimi globuli giovani, e poche forme di scissione; e in numero ancor maggiore tali elementi si trovano nella milza.

Il 1° marzo (2 mesi e 5 giorni dopo l'ultimo salasso) il reperto del sangue è come l'antecedente, colla differenza che il numero dei globuli giovani è più scarso; nella milza, oltre a questi, si osserva ancora un discreto numero di forme di scissione.

Il 10 maggio (quattro mesi e mezzo dopo l'ultimo salasso) il sangue non presenta più che globuli adulti; nella milza si trovano ancora pochissimi globuli giovani, ma vi sono scomparse le forme di scissione.

Da queste esperienza si deduce: 1° che 24 giorni dopo il 1°, 10 giorni dopo l'ultimo salasso non si avevano ancora segni di rinnovamento globulare; 2° che questi segni erano, invece, evidenti sei giorni più tardi; 3° che 65 giorni dopo l'ultimo salasso il processo di produzione globulare si andava rendendo meno attivo, più non rinvenendosi forme di scissione nel sangue circolante; 4° finalmente, che solo dopo 4 mesi e mezzo dall'ultimo salasso si potè riavere quello stato degli organi ematopoetici che nel ciprino si può considerare come normale.

Da quanto esponemmo appare, che nei pesci da noi studiati la moltiplicazione dei globuli rossi ha luogo bensì nel sangue circolante, ma che il suo principale focolaio è da riporsi nella milza, e nella porzione citogena del rene. Appare altresì che, come nei vertebrati superiori, così anche nei pesci le ripetute emorragie inducono, oltre a notevoli modificazioni degli organi ematopoetici, delle modificazioni della costituzione globulare del sangue; con questa differenza, però, che mentre nei mammiferi (come da tempo è già stato osservato da altri), questa modificazione consiste soltanto nella presenza di qualche raro globulo rosso nucleato, e negli uccelli (¹) nella presenza di un piccolo numero di forme globulari giovani sferiche, nei pesci essa è assai più profonda; il numero dei globuli giovani è stragrande, quello delle forme di scissione notevole, sicchè, per quanto riguarda i globuli rossi, si può dire che il sangue riacquisti la sua costituzione embrionale.

Volendo ora brevemente esporre i corollarî che emanano da tutte le osservazioni da noi fatte diremo:

a) In tutti i vertebrati *adulti* ha luogo una continua produzione di globuli rossi per scissione indiretta di forme giovani di globuli rossi preesistenti;

b) In tutti i vertebrati adulti esistono organi speciali che debbonsi considerare quali focolai, in cui la produzione di nuovi globuli rossi specialmente si compie. Questi organi sarebbero rappresentati per i mammiferi, gli uccelli, i rettili e gli anfibî anuri dal *midollo delle ossa*: per gli anfibî urodeli dalla *milza*, e pei pesci *non solo dalla milza ma anche da quel parenchima linfoide, il quale in questi animali occupa una parte più o meno grande del rene.*

(¹) Bizzozero e Torre, l. c.

c) Nei vertebrati inferiori (rettili, anfibî e pesci) il sangue circolante presenta quella particolarità che allo stato embrionale si osserva nel sangue di tutti i vertebrati, contiene cioè in maggiore o minor numero dei globuli rossi giovani, e delle forme di scissione indiretta. Ma sì gli uni che le altre vi si trovano sempre in numero notevolmente minore, che non gli organi che formano, per i diversi ordini di animali, il relativo focolaio ematopoetico.

d) Questo ricordo, per così dire, dello stato embrionale del sangue circolante, diventa più spiccato in quegli animali, che furono soggetti ad emorragie; e per contro si va facendo meno appariscente, o scompare anche affatto sotto quelle condizioni (mancanza ed insufficienza di nutrimento, stato di cattività ecc.) che inducono una diminuzione dell'attività generale dell'organismo.

Sulla produzione dei globuli rossi.
Appendice al precedente lavoro, del prof. G. BIZZOZERO.

Io non avrei altro da aggiungere al precedente lavoro ed a quegli altri miei che alla loro volta lo hanno preceduto trattando lo stesso argomento, se non vedessi che anche in recenti trattati e lavori originali, quando si vuol spiegare l'origine dei globuli rossi nell'adulto, si dimentica o si ricorda appena la loro moltiplicazione per scissione, mentre si accordano delle pagine alla dottrina che li fa derivare da una trasformazione dei globuli bianchi, od a quella che ne ricerca la fonte nei così detti ematoblasti di Hayem. Già altrove ([1]) io ho esposto la mia opinione intorno a queste due dottrine e le ragioni per le quali io, per ora, le ritengo inaccettabili. — Riguardo ai globuli bianchi, non si può ritenere probabile una trasformazione in rossi, di quelle varietà di leucociti che contengono due o tre nuclei, e che possiedono copioso protoplasma raggiungendo così il diametro di 10-11 μ. Essi sono troppo diversi per grandezza, per forma e per costituzione dai globuli rossi. Si può pensare invece a quei leucociti della varietà piccola, che hanno diametro eguale o poco differente da quei globuli rossi che noi abbiamo conosciuti come globuli giovani, e che constano di un nucleo solo, circondato da un sottile velamento di protoplasma. Tra questi leucociti ed i veri globuli giovani l'unica differenza di rilievo è la mancanza di colorazione emoglobinica del protoplasma, sicchè viene quasi spontanea la supposizione che l'elemento incoloro possa trasformarsi in un elemento colorato. Dobbiamo confessare, però, che l'accettarla sarebbe un procedere affatto arbitrariamente, poichè non conosciamo alcun fatto che le dia fondamento. La somiglianza di forma di due elementi non ci permette di conchiudere che l'uno si trasformi nell'altro. Per arrivare a questa conclusione sarebbe necessario conoscere un metodo per poter tener dietro direttamente alla trasformazione del protoplasma incoloro nel protoplasma emoglobinico del globulo rosso. Ma questo nessuno l'ha potuto ottenere fino ad ora. Abbiamo invece dei fatti che parlano in senso contrario. Se fosse vera l'accennata supposizione, dove dovremmo trovare globuli rossi giovani? Secondo ogni probabilità dovremmo trovarli là dove sono più numerosi quegli elementi da cui hanno origine, cioè i leucociti piccoli. Ed invece è un fatto ben noto, che quelle ghiandole sanguigne, che sono più ricche di questi leucociti piccoli (follicoli e ghiandole linfatiche, corpuscoli malpighiani della milza), non presentano mai globuli rossi giovani nel loro parenchima.

Nè più probabile è la trasformazione in globuli rossi delle piastrine del sangue (ematoblasti di Hayem). Già nel lavoro citato, ed in un altro posteriore ([2]) ho esposto

([1]) Bizzozero, Moleschott's Untersuchungen. Vol. XIII, Heft 2.
([2]) Bizzozero, Virch. Arch. Vol. XC, novembre 1882.

le profonde differenze che corrono fra questi due speciali elementi, ed insistito sul fatto che non esistono assolutamente forme di transizione fra piastrine e globuli rossi. Le piastrine leggermente colorate in giallognolo dall'emoglobina che Hayem dice d'aver vedute, o sono elementi affatto eccezionali, o, ciò che è più probabile, sono il prodotto di un artificio di preparazione. Hayem dice di averle vedute più numerose negli animali resi anemici. Con un esperimento semplicissimo si può dimostrare quanto ciò sia insussistente. In un cavia od in un coniglio resi anemici con ripetuti salassi, si producano dei trombi microscopici coi metodi che ho già descritti altrove ([1]). Siccome questi trombi constano prevalentemente di piastrine, se fosse vero quanto asserisce Hayem, il colore del trombo dovrebbe essere giallognolo o giallo-rosso, ed apparire tanto più intenso quanto più copiosi sono gli ammassi di piastrine. Al contrario il colore è, e rimane bianco, per quanto il trombo vada man mano ingrossandosi. Non fu forse questa particolarità di colorito che indusse gli anatomo-patologi a designar questa specie di trombo col nome di trombo *bianco*?

Prima di lasciare questo argomento dell'origine dei globuli rossi da elementi incolori, torna conto di far cenno di due altre ipotesi che, a questo riguardo, vennero emesse in questi ultimi anni.

La prima ipotesi si appoggia su quell'istesso fatto che servì a Rindfleisch ([2]) per ispiegare in qual modo i globuli rossi nucleati del midollo dei mammiferi dieno origine a globuli rossi privi di nucleo. Nel globulo nucleato frequentemente si osserva che il nucleo abbandona la parte colorata. Secondo Rindfleisch, questa piglia forma di globulo perfetto, e, lasciato il midollo per la via dei vasi sanguigni, entra nella circolazione generale, mentre il nucleo, ancora avviluppato da un po' di protoplasma incoloro, rimane nel midollo. Ora, a taluno parve probabile che questo nucleo non si arresti nella sua attività produttiva, ma che torni a fabbricare nuovo protoplasma emoglobinico, e dia così origine ad un nuovo globulo. Io ho già esposto nel succitato mio lavoro come questa ipotesi sia la più accettabile per ispiegare la produzione dei globuli privi di nucleo, ma ho fatto osservare altresì, ch' essa non si potrà considerare come dimostrata, che quando si potrà accertare che questa separazione del nucleo dal protoplasma colorato, è veramente il prodotto di un processo che decorre nell'elemento vivo.

Una opinione non molto dissimile da quella di Rindfleisch venne emessa l'anno scorso da Malassez ([3]). Secondo questo, i globuli rossi nucleati del midollo dei mammiferi emettono alla loro periferia delle gemme di sostanza colorata, che crescono, e, per ultimo, staccandosi, costituiscono un globulo rosso. Come si vede, questa ipotesi differisce da quella di Rindfleisch per questo solo, che, secondo Rindfleisch, distaccatosi il globulo, rimane solo il nucleo con protoplasma incoloro, mentre secondo Malassez il nucleo rimane ancora rivestito di uno strato di protoplasma emoglobinico. È ben vero che quest'ultimo osservatore ritiene che nelle due teorie il concetto del fenomeno sia totalmente differente: « Nella teoria di Rindfleisch, egli dice, la cellula emoglobinica si sdoppia nelle sue parti costituenti: il protoplasma da una parte, e

([1]) L. c.

([2]) Rindfleisch, Archiv. für mikr. Anatomie. Vol 17, 1880.

([3]) Malassez, Laboratoire d'Histologie du Collège de France. Travaux du 1882.

il nucleo dall'altra; il suo còmpito è finito, e sono necessarie tante cellule quanto sono i globuli da fabbricarsi. Nella mia teoria, al contrario, la cellula rossa persiste ancora quando il globulo è già stato formato. Per essa, questa formazione non è stata che una specie di secrezione, e si capisce che se la riserva protoplasmatica è sufficente, o se essa si riproduce, la cellula possa dare ancora origine a nuovi globuli » ([1]). Ma io credo che Malassez non ebbe correttamente interpretato il pensiero di Rindfleisch; per lo meno in nessun punto del lavoro di quest'ultimo io ho trovato ch'egli neghi a' suoi nuclei rivestiti di protoplasma incoloro che si sono resi liberi dal protoplasma emoglobinico, la facoltà di produrre una nuova porzione di quest'ultimo; egli dice soltanto: « Für jedes rothe Blutkörperchen, welches im Blut circulirt, ist nach unserer Auffassung ein farbloses Element frei geworden, dessen weiteres Schicksal diskutirt werden kann » ([2]). — Riguardo alla teoria di Malassez in sè, io non posso dare per essa giudizio molto differente da quello che ho espresso per la teoria di Rindfleisch; debbo però notare, che le figure sulle quali egli s'appoggia per sostenerla io non le ho vedute mai negli elementi viventi esaminati in liquidi indifferenti; mentre, d'altra parte, il metodo con cui egli le ha ottenute (fissazione coll'acido osmico e successiva colorazione), non possono escludere il dubbio che si tratti di forme artificiali. Come si vede, con un osservatore diligente come Malassez io non discuto il fatto, ma solo l'interpretazione che gli venne data ([3]).

La seconda della ipotesi di cui merita si faccia menzione, è quella che troverebbe una fonte di cellule rosse nucleate in certe particolari cellule giganti, che rinvengonsi in alcuni organi ematopoetici. Queste cellule da molto tempo erano state descritte da Kölliker e da altri nel fegato e nella milza dell'embrione, e più tardi vennero dimostrate da me nel midollo delle ossa ([4]). E qui importa notare, che nel midollo delle ossa, esse non devono punto esser confuse (come venne fatto ancora recentemente da taluno) con quegli altri elementi giganteschi che ebbero il nome di *mieloplaxi* (Robin) o di *osteoclasti* (Kölliker). Già nel mio lavoro testè citato io avea fatto notare come ci sia fra le due specie di cellule una serie di differenze: 1° Per la posizione; infatti le cellule midollari giganti sono distribuite in tutto lo spessore del midollo, mentre i mieloplaxi stanno sempre immediatamente aderenti all'osso, sicchè su di una sezione trasversale si scorge come essi risiedano all'esterno del contorno netto che limita la periferia del midollo; 2° Per la forma; giacchè i mieloplaxi sono appiattiti, a contorni molto irregolari e provveduti generalmente di prolungamenti talora ramificati; 3° Per la grandezza, che nei mieloplaxi suol essere maggiore e talvolta di molto; 4° Per la natura del protoplasma, che nei mieloplaxi è generalmente a granuli più grossi; 5° Infine par la forma e disposizione dei nuclei, giacchè nei mieloplaxi essi sono numerosi, regolari e sparsi in tutto il corpo della

([1]) Malassez, l. c. pag. 16.

([2]) Rindfleisch, l. c. pag. 38 della copia a parte.

([3]) Nel suo lavoro Malassez farebbe derivare i globuli rossi giovani da certe cellule a nucleo diffuso ch'egli denomina *protematoblasti*. A giudicarne dalle figure, io reputo che si tratti di cellule in scissione indiretta, in cui, per il metodo di preparazione usato, non appaiono evidenti le figure cariocinetiche.

([4]) Bizzozero, Morgagni, 1869.

cellula, mentre nelle cellule giganti midollari si ha una specie di corpo nucleare che sta al centro della cellula, e non è costituito da un ammasso di nuclei distinti, ma da un nucleo con molte gemme, o, per esprimermi più obbiettivamente, da più nuclei fusi incompletamente ed irregolarmente fra loro. Son queste particolarità del nucleo che m'hanno fatto dare a questi elementi il nome di *cellule giganti a nucleo centrale in gemmazione.*

Or bene, Foà e Salvioli ([1]) ritennero che da questi elementi (sia che si trovino nel fegato o nella milza dell'embrione o nel midollo dell'adulto) possano aver origine i globuli rossi nucleati. Dal loro ammasso nucleare partirebbe un germoglio, che ingrossato e staccatosi, si avanzerebbe verso la periferia dell'elemento; quivi esso si circonderebbe d'uno strato di sostanza ialina fornitagli dal protoplasma, e, continuando la sua via verso l'esterno, costituirebbe un germoglio sporgente dalla periferia della cellula: il quale germoglio alla fine, staccatosi, rappresenterebbe una piccola cellula figlia costituita da un nucleo ravvolto da uno straterello di sostanza ialina. Questa sostanza ialina si colorerebbe con emoglobina, ed ecco che noi avremmo bella e formata una cellula rossa nucleata.

Le mie osservazioni non mi hanno fornito dei dati sicuri per accettare o respingere questa ipotesi. È certo che, come hanno già notato Foà e Salvioli, negli organi ove si trovano tali cellule giganti, si trovano generalmente anche i globuli rossi nucleati; ma questo non può essere che un argomento di probabilità. Argomento già più sicuro sarebbe il trovare il protoplasma delle cellule giganti colorato dall'emoglobina, ovvero il vedere delle cellule nucleate già colorate e tuttavia ancora in parte fuse colla cellula gigante; ma ciò io non ho visto mai, nè credo che altri abbia veduto. I due citati autori credono che la colorazione emoglobinica sopravvenga quando le cellule figlie si sono già rese libere; ma anche in questo caso dovremmo richiedere quello stesso argomento di dimostrazione che abbiamo già stimato necessario per la teoria della trasformazione dei globuli bianchi; dovremmo cioè poter seguire il processo di colorazione in una cellula vivente. Arnold, che recentemente si è occupato delle cellule giganti nel midollo, ha lasciato egli pure la questione sospesa ([2]). È importante, però, di notare che la questione non è d'interesse generale, essa riguarda soltanto i mammiferi, poichè, come si rileva dai lavori che ho fatto con Torre, le cellule giganti mancano negli organi fabbricatori di globuli rossi delle altre classi di vertebrati.

Riassumendo il fin qui detto, possiamo asserire che tutte queste opinioni finora esposte sulla produzione dei globuli rossi nell'animale adulto, non sono ancora uscite dallo stato di ipotesi.

Ben diverso è lo stato della questione riguardo alla produzione dei globuli rossi nell'adulto per scissione degli elementi preesistenti. — Allorchè pel primo io ne parlai nel 1869 ([3]) non erano ancora noti nella scienza i fenomeni della cariocinesi, ed essi, quindi, non attirarono la mia attenzione. Le figure che io ho descritto, però, erano

([1]) Foà e Salvioli, Archivio per le scienze mediche, Vol. IV.

([2]) Arnold, Virchow's Arch. Vol. 93, pag. 18 e 19.

([3]) Bizzozero, Morgagni. Napoli 1869.

più che sufficienti per accertare che si trattava di un processo di scissione; io poi aveva escluso che si trattasse di forme accidentali, sia considerando il loro gran numero, sia accertando la loro perfetta somiglianza colle cellule rosse in scissione dell'embrione.

Ma questa mia opinione sul modo di prodursi dei globuli rossi nell'adulto non incontrò molta fortuna, ed io credo che la causa di questo suo insuccesso sia da ricercarsi in quello scetticismo che si era allora infiltrato nella scienza a riguardo della scissione cellulare. Io non partecipava a questo scetticismo, poichè già nei due anni antecedenti io aveva veduto scindersi sotto i miei occhi dei leucociti ([1]), e non aveva quindi alcuna ragione per dubitare che lo stesso processo non potesse aver luogo nei globuli rossi. — Qualche conferma, però, l'ho avuta, ma assai più tardi, specialmente per opera di Foà e Salvioli ([2]) e di Rindfleisch ([3]).

Un passo decisivo verso la soluzione della questione io credo sia stato fatto, allorchè io dimostrai che la scissione dei globuli rossi nell'adulto ha luogo per cariocinesi ([4]). Qui ai mutamenti caratteristici di forma della cellula si aggiungono i mutamenti ancor più caratteristici di forma e di costituzione del nucleo; i quali, salvo poche particolarità, corrispondono pienamente alle forme cariocinetiche che ci offre la scissione degli altri elementi cellulari del corpo. Queste mie osservazioni sulla scissione indiretta dei globuli rossi vennero ben presto confermate da altri, fra cui mi piace citare l'osservatore più competente in questi studî il prof. Flemming ([5]), e più recentemente J. Arnold ([6]). Inoltre, come appare dal lavoro antecedente, fatto con Torre, la cariocinesi dei globuli venne constatata in tutte le classi dei vertebrati.

E qui è da notare, che per chi non trovasse nelle forme a cifra 8 dei globuli rossi, e nelle diverse apparenze cariocinetiche dei loro nuclei degli argomenti di dimostrazione abbastanza convincenti di un loro processo di scissione, io posso addurre un argomento che non può offrire il fianco ad alcuna obbiezione, ed è questo: « che « si può osservare al microscopio direttamente negli elementi viventi uno degli stadi « più importanti della loro scissione ». Ciò io ho da tempo osservato in qualche raro caso negli animali a sangue caldo ([7]), e ciò ebbi occasione di osservare di frequente

([1]) Viene generalmente scritto che i primi ad osservare la scissione dei *leucociti viventi* (cellule amiboidi [Wanderzellen] dei tessuti infiammati, globuli bianchi del sangue) siano stati Stricker, Klein e Ranvier, che pubblicarono le loro osservazioni nel 1870 o più tardi. Io mi permetto di notare che, già nel 1868, nel mio lavoro *Sul processo di cicatrizzazione dei tendini tagliati* (Ann. univ. d. med.) a pag. 13 della copia separata io aveva scritto: « *Io ho potuto seguire varie volte, coll'occhio « all'oculare del microscopio, la scissione delle cellule* (Wanderzellen) *semoventi del midollo delle ossa « della rana*, e constatare che le due cellule così prodotte continuavano poi a contrarsi vivacemente. « Segno certo che si trattava di un fenomeno che aveva luogo in un elemento vivo, e che le due « cellule neoprodotte erano veramente cellule e non frammenti di cellule ». Nel mio lavoro sul *midollo*, poi, che venne pubblicato nel 1869, io descrissi più minutamente il fenomeno (pag. 6 e 7 della copia a parte). Non ho quindi bisogno di altre parole per dimostrare che le mie osservazioni sulla scissione de' leucociti viventi precedono di due anni quelle degli osservatori summenzionati.

([2]) Foà e Salvioli, Arch. per le scienze mediche, Vol. IV.

([3]) Rindfleisch, Arch. für mikr. Anatomie, Vol. 17.

([4]) Bizzozero, Centralbl. f. med. Wiss. n. 8. 1881 e Moleschott's Untersuch.

([5]) Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig. Vogel 1882 p. 193 e 289.

([6]) Arnold, Virch. Arch. Vol. 93, luglio 1883 p. 2.

([7]) Bizzozero, Moleschott's Unters. l. c.

più tardi in animali a sangue freddo (lucerta, rana, tritone, salamandra). Ed è facile ripetere l'osservazione: si tolga ad un tritone vivente un pezzetto di milza, la si dilaceri rapidamente in una goccia di soluzione di cloruro sodico 0,35-040 $^0/_0$, si applichi il coproggetti, e, per impedire l'evaporazione, si distenda una goccia d'olio sugli orli di quest'ultimo; infine si esamini il preparato a temperatura di 30-35° C. su di un portoggetti riscaldabile. Esaminando anche solo ad un ingrandimento di 400 diametri, se il tritone era ben nutrito si scorgeranno frequenti dei globuli che, ad onta che non vi si possa scorgere il nucleo, pel loro aspetto brillante, e per la loro grossezza ci si fanno conoscere in processo di cariocinesi. Si scelga fra essi uno che abbia una forma solo alquanto allungata, e lo si tenga sotto osservazione; spesso si vedrà che dopo qualche minuto incomincia ad apparire nel suo protoplasma lo strozzamento equatoriale, poi questo strozzamento va facendosi man mano sempre più profondo, fino a che il globulo resta diviso in due metà, tenute unite fra loro da un brevissimo filamento di sostanza incolore. Anche continuando nella osservazione, non si riesce ad osservare il distacco completo, l'una dall'altra, delle due metà; ciò si ottiene soltanto qualche volta smuovendo bruscamente gli elementi nel preparato, imitando cioè quelle condizioni in cui gli elementi si trovano normalmente nel circolo sanguigno e negli organi ematopoetici. La figura 2ª rappresenta le successive modificazioni di forma presentate da un globulo in scissione del tritone in otto minuti. — Si può semplificare l'esperimento mantenendo il preparato alla temperatura ordinaria di 15-18° C., e non applicando la cornice d'olio; in queste condizioni la scissione si compie un po' più lentamente. Aggiungendo al preparato durante l'esperimento una goccia d'acido acetico 0,5 $^0/_0$, e tenendo dietro all'elemento in scissione mentre subisce l'azione dell'acido, si scorge che, come al solito, il suo protoplasma diventa incolore e trasparente e a questo modo si può accertarsi che veramente si trattava di scissione cariocinetica, poichè si vede che in ciascuna metà della cellula v'è un nucleo figlio a forma di stella. — Siccome questa scissione dei globuli viventi decorre appena allestito il preparato, così in ciascuno di questi non si potrà tener dietro che alla scissura di uno o due globuli; giacchè decorsi i 15 o 20 minuti necessarî a questa osservazione, gli elementi che erano atti alla scissione l'hanno già compiuta. È però facile ripetere le osservazioni esportando altri pezzetti di milza all' animale ancor vivo ed esaminandoli essi pure nel modo sovradetto.

Dall'esposto appare, che coll'esperimento « si può veder compiersi sotto i propri occhi quella parte della scissione che spetta al corpo cellulare ». Riguardo a quella del nucleo, essa non può esser soggetto d'esame nell'elemento vivo, perchè l'opacità del protoplasma emoglobinico non permette di vedere alcunchè di quanto succede nell'interno della cellula. Perchè i cambiamenti del nucleo si potessero vedere nel vivo, occorrerebbe trovare un animale a protoplasma emoglobinico più trasparente di quello degli animali che finora in questi studî furono esaminati.

Da questo processo di scissione indiretta hanno origine quegli elementi che abbiamo designato col nome di globuli rossi giovani, che stanno, a seconda della natura degli animali, nel midollo delle ossa, nella milza o nel sangue circolante, e che possono avere diverso destino; in quanto che alcuni di essi soggiacciono alla loro volta alla scissione indiretta e aumentano così di nuovo il numero dei globuli giovani:

altri, invece, si appiattiscono, aumentano il loro protoplasma emoglobinico (nei mammiferi perdono il nucleo) e così gradatamente si trasformano in globuli rossi adulti e perfetti.

Colle cognizioni che noi abbiamo acquistato sulla vita dei globuli rossi parmi ora sia inutile spender molte parole per combattere l'opinione di Pouchet (¹), secondo la quale quei globuli rossi giovani che si trovano nel midollo delle ossa non sarebbero già elementi destinati a trasformarsi in globuli rossi, ma sarebbero delle cellule midollari o dei leucociti, che stanno subendo una degenerazione particolare, la degenerazione *emoglobinica*. Secondo Pouchet, per es. i globuli rossi nucleati dei mammiferi non produrrebbero dei globuli rossi veri, non entrerebbero nella circolazione; ma, invece, il loro nucleo progressivamente s'atrofizzerebbe, scomparirebbe, e, quanto al corpo cellulare, esso pure finirebbe col disciogliersi. — Questa supposizione che i globuli giovani siano cellule in degenerazione si dimostra insussistente per parecchie ragioni: 1° i globuli giovani presentano le reazioni più caratteristiche dei veri globuli rossi, per es. si raggrinzano nelle soluzioni concentrate, e si segmentano in goccioline quando vengano riscaldati a 52° C. (²); 2° essi possono attivamente moltiplicarsi per scissione; il che è tutt'altro che d'accordo colla coesistenza di un loro stato degenerativo; 3° essi sono identici agli elementi che si trovano circolanti nel sangue dei primi periodi embrionali, e che vi rappresentano da soli i globuli rossi; 4° essi, nelle classi inferiori dei vertebrati, si trovano anche nel sangue circolante dell'animale adulto, e presentano una serie graduale di stadî di passaggio al vero globulo adulto e perfetto.

Esposti così i risultati dell' osservazione diretta, a me pare di dover concludere, che fino ad ora non si è dimostrato, con quel rigore che richiede la scienza, altro modo di produzione di globuli rossi che quello per scissione indiretta. Quanto si scrive intorno ad altri modi di produzione non è che ipotesi; ed alle ipotesi non si dovrebbe ricorrere che nel caso in cui il prodotto di tale scissione apparisse insufficiente a compensare quelle perdite globulari che il sangue quotidianamente subisce. Ma questo rapporto fra produzione e distruzione dei globuli per ora ci è impossibile l'accertarlo, giacchè non abbiamo mezzi per determinare nè il numero dei globuli che continuamente si distruggono, nè quello dei globuli che si producono. A questo riguardo, però, abbiamo parecchi fatti che per altra via ci dimostrano l' importanza della scissione indiretta.

Innanzi tutto abbiamo il numero notevole delle forme cariocinetiche anche nello stato perfettamente fisiologico. Io consiglio chi voglia persuadersene di cominciare le sue indagini sugli animali in cui queste forme sono più palesi, quali sarebbero la cavia, la lucertola, la rana (midollo delle ossa); più ancora consiglio l'esame della milza del tritone e della salamandra, i cui elementi sono di gran lunga superiori agli altri, sia per la bellezza delle forme cariocinetiche, sia per la loro grossezza.

Un secondo fatto noi lo troviamo *nella rapidità con cui la scissione si compie*.

(¹) Pouchet, Gaz. méd. 1879 p. 184.

(²) Bizzozero, Midollo delle ossa. Morgagni, 1869.

Noi abbiamo veduto che la scissione della cellula richiede pochi minuti, e quella del nucleo, se stiamo a quanto venne osservato da Flemming in altre forme cellulari, deve pure durare un tempo assai breve ([1]). Or bene, è evidente che, ammesso sempre eguale il numero delle forme in scissione che si trovano in un dato organo, il numero dei globuli prodottivi sarà tanto più grande, quanto maggiore è la rapidità con cui le cellule vi si dividono. Di conseguenza, l'organo potrà produrre in un dato tempo un notevole numero di globuli, ad onta che le forme in scissione che vi si scorgono al momento dell'esame sia relativamente scarso.

Un terzo fatto noi lo abbiamo *nel costante variare del numero delle forme cariocinetiche a seconda del bisogno più o meno grande che l'organismo ha di globuli rossi.* Così noi in tutte le classi dei vertebrati le vedemmo scomparire nel digiuno, e, per converso, aumentare smisuratamente in seguito all' emorragia.

Finalmente un altro fatto che mi pare molto importante per la questione che ci occupa, è questo: *che non c' è alcun stadio della vita, a cominciare dai primi periodi della vita embrionale, in cui manchi la cariocinesi dei globuli rossi.* È certo che se per un certo tempo questa cariocinesi cessasse, e tuttavia si potesse constatare una continua produzione di globuli rossi, questa non potrebbe esser spiegata che per un processo diverso dal cariocinetico. Ma ciò non ha luogo; la cariocinesi è continua, e ciò che varia non è che il focolajo in cui essa si compie.

Pei mammiferi ciò è stato assicurato dalle ricerche di Foà e Salvioli. Continuando le ricerche di Kölliker, di Neumann e di altri sull'attività ematopoetica della milza e del fegato dell'embrione, essi constatarono che, man mano che le cellule rosse nucleate e le forme di scissione vanno diminuendo nel sangue circolante, esse si fanno corrispondentemente più numerose nel fegato; ad un periodo più avanzato diminuiscono nel fegato, e diventano più copiose nella milza; per ultimo, verso la fine della gravidanza, vanno scarseggiando nella milza, ma si fanno più numerose nel midollo delle ossa. Adunque noi vediamo nei mammiferi succedersi, quali principali focolai di cariocinesi nell' embrione: il sangue circolante, il fegato, la milza ed infine il midollo delle ossa; in quest' ultimo, poi, l'attività del processo continua per tutta la vita. Occorrono circostanze speciali, per es. profuse emorragie, perchè in alcune specie di mammiferi adulti si ridesti l'attività ematopoetica della milza ([2]).

In vista di questi risultati ottenuti nei mammiferi, io reputai conveniente di estendere le ricerche in animali d'altre classi, e scelsi a questo scopo la rana, il tritone ed il pollo.

Per la rana mi giovai di uova della *Rana agilis*, che feci sviluppare in laboratorio nel mese di aprile a temperatura ordinaria. Feci sempre l'esame in una soluzione di cloruro sodico a 0,70-0,75 %.

In girini di 8 giorni il sangue (che si ottiene facilmente esportando con un colpo di forbici la coda al girino in una goccia di soluzione sodica) contiene dei globuli rossi così pieni di granuli vitulini che il protoplasma emoglobinico non appare, e il nucleo dei globuli si riconosce soltanto come uno spazio chiaro racchiuso nell' ammasso di granuli.

([1]) Flemming. l. c. p. 270.

([2]) Bizzozero e Salvioli, Moleschott's Untersuchungen. Vol. XII. Heft 5.

A dieci, undici giorni i granuli vitulini sono già in notevole diminuzione; i globuli (fig. 6ª a,a) sono palesemente ovali, ancora assai grandi, lunghi 28 μ., larghi 22 μ. (qua e là se ne vedono però di più piccoli) presentano palese il protoplasma emoglobinico, e lasciano scorgere un bel nucleo ovale, nel quale, aggiungendo un po' di metilvioletto al preparato, si vedono spiccare uno o due grossi nucleoli che intensamente si colorano. Alcuni globuli contengono anche due nuclei. — Già in questo primo stadio della loro vita i globuli rossi si mostrano in attivo processo di scissione. Nella figura 6ª $a'b'c'$ ho disegnato le modificazioni di forma che un globulo carico di granuli vitulini presentò in 15 minuti, terminando colla produzione di due globuli tenuti assieme fra loro soltanto da un esile e brevissimo filuzzo incoloro. Le figure cariocinetiche del nucleo si travedevano appena come una macchia meno colorata.

Al quattordicesimo giorno i globuli rossi sono ovali, appiattiti, di svariata grandezza, ma ancora, generalmente, più grandi che nell' animale adulto. Il loro protoplasma è di un palese color giallo rosso e contiene ancora alcuni globuli vitulini, fra cui qualcuno assai grosso. Vi sono numerosi i globuli in scissione ed in parecchi di essi potei assistere alla scissione del corpo cellulare, che si compieva in 10-15 minuti.

A diciasette giorni i granuli vitulini son quasi completamente scomparsi dai globuli, e come al solito sono numerose le forme di scissione, le quali presentano quella figura irregolare che venne già descritta nel lavoro antecedente, come esistente anche nella rana adulta. In questo periodo, per lo sviluppo che ha già assunto la coda, riesce facile nell'animale curarizzato assicurarsi che, come si disse nel lavoro antecedente, questa irregolarità di forma dei globuli in cariocinesi non è il prodotto del metodo di preparazione, ma si osserva già negli elementi circolanti nell'animale vivo.

La scissione dei globuli nel sangue circolante della rana si continua durante tutto il periodo larvale ed anche, benchè in misura assai limitata, come osservò Peremeschko, nell'animale adulto. — Non ho potuto determinare con precisione quando il focolaio principale della scissione incominciasse a localizzarsi in un organo. Finchè i girini hanno coda ciò non succede nè nella milza, nè nel fegato. In ranocchi presi in agosto che da pochissimo avevano perduto la coda, il sangue conteneva buon numero di scissioni, mentre la milza, il fegato ed il midollo delle ossa (che potei estrarre in piccola quantità dalla diafisi della tibia e del femore) non contenevano maggior numero di scissioni di quelle che potessero spettare al sangue contenuto nei loro vasi. — In un ranocchio, invece, un po' più grande dell' antecedente, la milza e il fegato mi diedero lo stesso risultato, il sangue conteneva un numero minore di forme di scissione, e il midollo, estratto dal femore, dalla tibia e dall' omero, mi presentò un buon numero tanto di globuli giovani che di scissioni. Inutile aggiungere, che queste ultime avevano la solita forma accartocciata, irregolare, sì che per vederle bene conveniva, dopo averle colorate col metilvioletto, aggiungere una soluzione 0,5 % d'acido acetico.

Da queste mie osservazioni apparirebbe adunque, che nella rana il processo si svolga in modo più semplice che nei mammiferi, e cioè che la cariocinesi non si localizzi che nel midollo delle ossa.

Egual cosa possiamo dire del tritone e della salamandra. In essi non ho fatto indagini così continuate come nella rana; ho potuto, però, constatare la continuità del processo di cariocinesi, poichè nelle larve già relativamente mature di questi animali si può vedere il sangue ancora ben provvisto di forme cariocinetiche, e la milza che già ne contiene un grandissimo numero, e che quindi già rappresenta quel focolaio di produzione globulare che poi durerà tutta la vita.

Più simile a quello dei mammiferi decorre, invece, il processo nel pulcino; come io potei studiare in numerose uova che tenni in incubazione in una stufa Wisnegg alla temperatura costante di 37-38° C.

Nell'embrione a 60 ore il sangue, esaminato in cloruro sodico 0,75 $^0/_0$, presenta i suoi globuli rossi non appiattiti, poliedrici, un po' meno colorati che nell' adulto; i nuclei sono invisibili; non traspaiono che uno o due nucleoli grossi, angolosi, irregolari. Col metilvioletto, però, appaiono anche i nuclei, grossi, ovali, a contorno spesso e regolare (fig. 7^a *a*). Conservando alcun tempo il preparato, i globuli si deformano, ed il loro protoplasma si divide in due porzioni: una porzione granulosa, colorata dal metilvioletto, che circonda il nucleo, ed una porzione ialina, che conserva il colore giallo-rossiccio dell' emoglobina (fig. 7^a *b*). Questi globuli adunque contengono ancora una buona porzione del plotoplasma incoloro, granuloso, primitivo; il quale va poi più tardi sempre più diminuendo, fino a scomparire nei globuli adulti e perfetti. Orbene, framezzo a questi globuli, come hanno già osservato E. Funke ed altri, si osservano numerose forme di scissione, le quali si distinguono sì pei soliti caratteri del nucleo, che per la forma del corpo cellulare, e pel suo maggior volume. Agendo con precauzione coll' acido acetico, ad un certo punto della sua azione le forme cariocinetiche riescono assai spiccate, e nelle cellule a doppio astro si possono scorgere spesso i filamenti acromatici (fig. 7^a *c*), i quali, però, a più progredita azione dell'acido scompaiono sotto i granuli che vanno precipitando.

Al 3°-4° giorno i globuli rossi vanno acquistando la loro forma tipica appiattita; presentano, pérò, fra loro grandi oscillazioni di diametro. Le forme in scissione sono sempre in numero grandissimo. Molti sono i globuli in cui il processo è così avanzato che le due metà sono già diventate sferiche, ed aderiscono l' una all'altra per un corto filamento incoloro.

Verso il 6° giorno le fórme di scissione del sangue circolante incominciano a diminuire di numero; e verso l'8° o il 9° giorno esse scarseggiano sempre più. È da notare, però, che talvolta non scompaiono così presto del tutto, tanto che qualcuna se ne può osservare anche nella seconda metà dell' incubazione. Ne vidi, per es., nel sangue di un pulcino al 14° giorno.

Questo diminuire delle forme cariocinetiche dal sangue circolante fa naturalmente supporre ch'esse intorno a questo periodo vadano a concentrarsi nell'uno o nell'altro organo: ed è agli organi, perciò, che io diressi la mia attenzione. Il fegato mi diede risultati incostanti; in alcuni pulcini dall' 8° all' 11° giorno esso conteneva un po' più di forme di scissione che non il sangue; nella più parte degli altri casi, invece, esso conteneva solo quel tanto di scissioni che vi poteva essere stato portato dal sangue circolante, che ne conteneva. Diverso invece, è il modo di comportarsi della milza. Essa in embrioni di 8-9 giorni si può già isolare facilmente spostando verso

destra lo stomaco; appare allora come un globicino roseo o rosso, del diametro quasi di un millimetro; a 10-11 giorni è già della grossezza di un piccolo grano di miglio. Facendone dei preparati per dilacerazione, insieme a leucociti ed a globuli rossi adulti, vi si scorgono numerose forme di scissione; e queste ultime vi si trovano *anche quando mancano o sono scarse nel sangue*; il che indica che esse sono veramente proprie dell' organo. Lo stesso reperto ebbi anche in giorni successivi, per es. nel 14°. Ma a questo periodo esso perde d'importanza; perchè ha già acquistato funzione ematopoetica il midollo delle ossa. Questo a 10-11 giorni si può dire che, come organo ematopoetico, manchi affatto; ma già al 14° giorno il femore, la tibia e le due ossa del tarso contengono un midollo di color rosso carico, mollissimo, che alla sua superficie presenta numerosi osteoclasti, ma nel suo parenchima mostra numerosi i leucociti, pochi i globuli rossi adulti, e, per contro, numerosissimi tanto i globuli rossi giovani quanto le loro forme di scissione. Anzi, per la copia di queste esso ricorda il midollo degli uccelli adulti resi anemici con ripetuti salassi.

Nell' embrione di pollo, adunque, la cariocinesi dei globuli rossi dapprima ha luogo nel sangue, poi nella milza, infine nel midollo delle ossa, ove perdura per tutta la vita. L' unica differenza dai mammiferi riguarda la partecipazione del fegato, la quale, io, come dissi, nell' embrione di pollo trovai incostante; non so poi se ciò dipenda dall' esser veramente così in natura, o da ciò che, essendo forse la partecipazione del fegato di brevissima durata, non sempre, nell' esame de' miei embrioni, colpii quel momento in cui essa era in atto.

Dopo aver posto in sodo, così la *intensità* e la *continuità* del processo di scissione dei globuli rossi nell'animale adulto, io, lo ripeto, non posso nè voglio esplicitamente escludere la possibilità che i globuli stessi, secondo le ipotesi sopra discusse, possano aver origine per altri processi. So abbastanza come, nelle scienze di osservazione, sia impossibile la dimostrazione rigorosa di una negazione. Credo, però, che sia inutile di continuare a parlare di queste ipotesi se prima coloro che le propugnano non le abbian dimostrate necessarie e non le abbian sostenute con argomenti più convincenti di quelli posti in campo finora.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

FIG. 1ª Diverse forme di globuli rossi in scissione della rana. Nei globuli *a a* si sta compiendo la scissione del corpo cellulare. Ingrandimento di 600 diametri.

» 2ª Successive forme presentate da un globulo rosso di tritone durante la scissione del suo corpo cellulare. (Dalla milza. Esame in una soluz. $0{,}35\frac{0}{0}$ di cloruro sodico). — 430 d.

» 3ª Alcune delle forme cariocinetiche che si osservano nei globuli rossi del tritone (dilacerazione a fresco della milza in una soluzione $0{,}35\frac{0}{0}$ di cloruro sodico colorata con violetto di metile, e successivo trattamento del preparato con acido acetico $0{,}5\frac{0}{0}$). —600 d.

» 4ª Globuli rossi di forma speciale che si trovano talora nel sangue del *carassius auratus*. — 600 d.

» 5ª Globuli rossi di pesce in scissione indiretta. — 600 d.

» 6ª Sangue di larva di *rana agilis* di circa 11 giorni, esaminato in una soluzione di cloruro sodico $0{,}75\frac{0}{0}$. *a a* globuli rossi contenenti il nucleo e parecchi granuli vitulini. *a' b' c'* rappresentano la scissione del corpo cellulare di un globulo rosso, compiutasi in 13 minuti sotto gli occhi dell'osservatore. Il nucleo in cariocinesi vi traspare come una macchia più chiara; con successivo trattamento coll'acido acetico lasciò però apparir tosto la sua solita struttura. — 600 d.

» 7ª Sangue d'embrione di pollo a 60 ore di incubazione, esaminato in una soluzione di cloruro sodico $0{,}75\frac{0}{0}$ colorata con metilvioletto. *a* globuli rossi quali appajono appena allestito il preparato, *b* globuli rossi alcun tempo dopo l'allestimento del preparato; il protoplasma del globulo si è diviso in due porzioni, l'una granulosa, accumulata attorno al nucleo, l'altra jalina (nel vero, quella era colorata in violetto dal metilvioletto, questa in giallo dall'emoglobina). *c* globulo rosso in cariocinesi; dapprima venne colorato colla soluzione antecedente, poi trattato colla soluzione $0{,}5\frac{0}{0}$ di acido acetico; si scorgono i fili acromatici decorrenti fra i due astri (sterne). — 600 d.

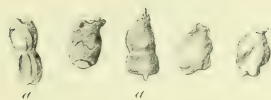
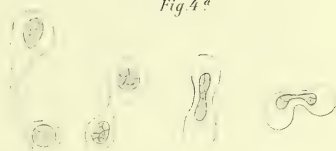



Fig. 1ª
a
a
Fig. 2ª
Fig. 3ª
Fig. 4ª
Fig. 5ª
Fig. 6ª
a
a
Fig. 7ª
a
b
c
Fig. 6ª
a'
b'
c'

Sulle costanti capillari dei liquidi al loro punto di ebollizione.

Memoria di ROBERTO SCHIFF

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 17 giugno 1883.

(Con una tavola)

Nelle investigazioni sulle proprietà fisiche delle sostanze chimicamente definite, gli osservatori si sono fino ad oggi quasi esclusivamente rivolti allo studio delle proprietà ottiche e termiche dei composti, mentre certe altre manifestazioni fisiche, tra le quali la coesione dei liquidi ed i fenomeni di capillarità in ispecie, rimasero alquanto abbandonate.

Non dico certamente che dal punto di vista puramente fisico-matematico questo complesso di fenomeni sia insufficientemente studiato ed elaborato; di questo fanno prova le estese ricerche matematiche sulla teoria dei fenomeni capillari di Laplace, di Poisson e di altri, ma dallo studio sperimentale di questi stessi fenomeni, in parte a causa del ristretto numero di osservazioni fatte, in parte per metodi disadatti seguiti, poco o niente si è potuto rilevare sulla dipendenza dei fenomeni capillari dalla natura e la costituzione molecolare delle sostanze.

Gli osservatori che principalmente si sono occupati della determinazione delle costanti capillari dei liquidi sono Gay, Lussac, Frankenheim ([1]), Brunner, Hagen, Wolf, Wilhelmy, Bède, Mendelejeff ed alcuni altri. I primi tre hanno determinato per un piccolo numero di liquidi la diminuzione che subisce col crescere della temperatura, l'ascensione dei liquidi in tubi capillari, mentre gli altri osservatori hanno estese le loro ricerche a molte altre sostanze, misurando però le ascensioni solo a temperature affatto arbitrarie, sia dell'ambiente o a 15 o 20 gradi. Ciò non ostante essi fecero alcuni tentativi per scoprire delle relazioni tra i fenomeni studiati e le altre proprietà delle sostanze.

Secondo Frankenheim i liquidi rifrangono tanto più energicamente la luce quanto più la loro Sinafia (S) è debole. Questa sinafia è misurata dal peso di liquido sollevato da un disco, espresso in millionesimi di atmosfera. Chiamando (seguo la sua nomenclatura) d la densità del liquido, n l'indice di rifrazione, $n^2—1$ il potere rifrangente, egli ammette

$$\frac{S(n^2-1)}{d} = \text{Cost.}$$

([1]) Tutte le note bibliografiche si trovano riunite alla fine della Memoria.

Formola che oggi si scriverebbe $\frac{S(n-1)}{d} = \text{Cost}$, oppure secondo recentissime ricerche:

$$\frac{S(n^2-1)}{(n^2+2)d} = \text{Cost.}$$

In questa espressione $\frac{n^2-1}{(n^2-2)d}$ è insensibile alle variazioni di temperatura, mentre S decresce col crescere di quest'ultima, il che spiega la difettosa costanza del prodotto.

Però può benissimo darsi che per ogni liquido esista una certa temperatura alla quale il valore di S sia tale che moltiplicato per il relativo $\frac{n^2-1}{(n^2-2)d}$ dia una data costante; ossia una temperatura alla quale

$$S = \frac{\text{Cost.}\,(n^2-2)\,d}{n^2-1},$$

Wilhelmy in un esteso lavoro sui coefficienti di capillarità di molti liquidi organici, giunge ad una serie di conclusioni, le quali però, come egli stesso riconosce, soffrono non poche eccezioni. Egli cerca di determinare le variazioni del valore $\frac{a^2 s}{2}$ (peso di liquido sollevato dall'unità di lunghezza della linea di contatto tra il liquido e la parete solida) cagionate da date differenze nel peso molecolare delle sostanze, senza preoccuparsi se le sostanze messe a confronto siano fisicamente e chimicamente confrontabili. Ho ragione di credere che due sole delle sue nove conclusioni siano sostenibili, mettendosi però per le osservazioni in certe condizioni fisiche affatto arbitrarie, mentre si mostrano difettose, appena si variino queste condizioni per accostarsi ad un qualche punto di confrontabilità fisica.

Tralascio di parlare a lungo di un lavoro di J. J. Waterston, il quale chiamando:
n = l'innalzamento capillare in un tubo di un millimetro di diametro
m = il peso molecolare
d = il peso specifico
c = il calorico di evaporazione del liquido trova:

$$\frac{4}{n}\sqrt[3]{\frac{m}{d}}\,.\,C = \text{Cost.}$$

Una critica di questo lavoro fatta da Quinke si trova nei *Fortschritte der Physik* XIV.

Bartoli in un lavoro puramente teorico crede di aver trovato che, per i liquidi, il quoziente della costante capillare a^2, per il prodotto della densità e del calorico specifico sia costante. Ossia:

$$\frac{a^2}{cd} = \text{Cost.}$$

Le cifre fornite dall'Autore non valgono a sostenere questo assunto, giacchè questo quoziente varia tra 10,5-18,6, come ciò non potrebbe aspettarsi diversamente quando si consideri che a^2 e d corrispondono a temperature qualsiasi, di solito quelle dell'ambiente, mentre c è il calorico specifico medio tra limiti diversissimi di

temperature. Ma anche prendendo queste costanti fisiche al punto di ebollizione dei diversi liquidi e introducendo il calorico specifico vero a queste stesse temperature, non si verifica alcuna costanza del quoziente accennato (¹).

Mendelejeff finalmente, studiando le costanti capillari di una lunga serie di sostanze, giunge alle seguenti conclusioni sulle variazioni che mostra la coesione molecolare (Pa^2d). $P =$ peso molecolare $a^2 =$ coefficiente capillare $d =$ densità.

1) La coesione molecolare di sostanze omologhe cresce col salire nella serie.

2) Sostanze isomere hanno circa la stessa coesione molecolare.

3) La coesione molecolare di un composto non è uguale alla somma delle coesioni dei suoi componenti.

Anche Quinke ha fatto una serie di esattissimi studî sulle costanti capillari dei liquidi organici, e specialmente di metalli e di sali fusi.

Questa enumerazione dei lavori fatti sulle manifestazioni della pressione di coesione nei liquidi è tutt' altro che completa. Avrei potuto citare anche molti altri autori come Schleiermacher, Röntgen, Simon, Buliginsky, Valson, Decharme ed altri, ma i risultati di questi scienziati non stanno in alcun rapporto diretto colle quistioni che più specialmente saranno discusse nella presente Memoria.

Il risultato utile di tutti questi studî per la penetrazione del nesso che lega i fenomeni della capillarità alla composizione delle diverse sostanze, è rimasto piccolissimo, quasi nullo, ed io non credo di errare attribuendo questo insuccesso alle condizioni fisiche affatto arbitrarie ed incomparabili, nelle quali le diverse sostanze furono studiate e comparate. Infatti sappiamo quanto siano variabili colla temperatura le costanti capillari. Esse decrescono coll' aumentare di quest' ultima, fino a diventare nulle ai punti critici dei liquidi. Il confrontare dunque le costanti dei diversi liquidi a temperature uguali (riguardo al nostro termometro) non potrà mai dare risultati soddisfacenti, perchè i liquidi studiati non si troverebbero in istati fisici simili ed il metodo migliore per far progredire ricerche di questo genere, sarà sempre quello che più soddisfarà alla condizione della confrontabilità fisica dei dati sperimentali.

In tesi generale si può dire che solo al loro punto critico due liquidi sono esattamente confrontabili, e che a questo punto bisogna confrontarne le proprietà, ma per il caso speciale delle costanti capillari, questo non è applicabile, perchè come già dissi, alla temperatura critica sparisce nei liquidi quasi ogni traccia di coesione e la loro elevazione in tubi capillari diventa zero, come anche il menisco si fa perfettamente piano. Si potrebbero forse trovare altre temperature confrontabili per le diverse sostanze, dividendo in parti proporzionali la distanza che separa il punto critico del corpo dallo zero assoluto, ma questo metodo, nel caso delle costanti capillari, incontra serissime difficoltà pratiche che ho cercato di superare, senza essere per ora riuscito in modo soddisfacente.

Ho perciò tentato un' altra strada.

Teoreticamente non si può ammettere che i diversi liquidi al loro punto di ebollizione siano in condizioni fisiche perfettamente confrontabili, giacchè la pressione che devono superare colla loro tensione di vapore è arbitrariamente messa uguale ad una

(¹) Faccio osservare che per quasi tutte le sostanze che formano il materiale sperimentale della presente Memoria, io conosco il calorico specifico vero o elementare al loro punto di ebollizione.

atmosfera, e le velocità delle quali vi debbono essere animate le particelle saranno inversamente proporzionali al peso delle particelle stesse. Ciò nonostante, gli estesi studî sui cosidetti volumi molecolari dei liquidi, riferiti al loro punto di ebollizione, eseguiti da Kopp, da me stesso e da altri, hanno dimostrato che esiste certamente una marcata analogia di stato e confrontabilità fisica, tra i liquidi al loro punto di ebollizione, giacchè in queste condizioni e per le diverse sostanze, ad una data differenza o variazione nel peso molecolare, corrisponde una data differenza o variazione nel volume trovato sperimentalmente.

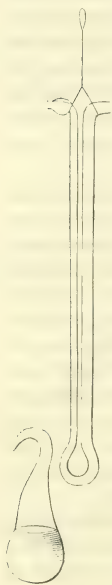
Questa considerazione mi ha spinto a scegliere come temperatura di confronto quella dell'ebollizione, e a confrontare tra loro le costanti capillari delle sostanze determinate a queste stesse temperature.

L'unico metodo praticamente seguibile per fare simili determinazioni consiste nell'impiegare un tubo ad U a branche di diverso diametro, riempito di liquido e sospeso nel vapore dello stesso liquido bollente. Dalla differenza di livello delle colonne nei due tubi si può, con facilità, calcolare le diverse costanti capillari.

Due sono le forme che può avere un tale tubo ad U. O una delle sue branche deve essere tanto larga da fare sparire qualunque effetto di capillarità in essa, o tutte due debbono essere abbastanza strette da potere assumervi verificata la legge della proporzionalità inversa del diametro e dell' altezza di ascensione in tubi cilindrici. Secondo la mia esperienza quest' ultimo metodo è il solo qui adoperabile.

Il tubo impiegato per le mie ricerche ha la forma e la grandezza date dall'unito disegno. Nel costruirlo ho adoperato la massima cura per avere le due branche perfettamente calibre e di sezione circolare, potendo i menischi dei liquidi occupare posizioni differenti senza che per questo dovessero variarne le dimensioni.

Una cinquantina di pezzi di tubi di diversi diametri furono calibrati esattamente mediante la propulsione di un piccolissimo filo di mercurio osservato e misurato colla macchina divisoria, e sette o otto pezzetti furono trovati di calibro regolare in tutti i punti. Per assicurarmi della sezione circolare di questi tubi, essi furono fissati in posizione orizzontale davanti al canocchiale a forte ingrandimento del mio catetometro, che, munito di oculare micrometrico, lasciava determinare facilmente il diametro interno dei tubi. Non lo determinai in misura assoluta, ma determinai solamente quanti giri del tamburo graduato e quanti centesimi di giro erano necessari per portare i due fili paralleli mobili all'esatta coincidenza coi bordi interni della sezione del tubo; indi facendo girare il tubo intorno al suo asse orizzontale, si verificava per alcune posizioni se rimanevano coincidenti gli orli interni del tubo coi fili dell'oculare micrometrico. In questo modo potei scegliere due pezzetti di tubo di diametri diversi, che servirono alla costruzione del tubo ad U.

Per varie difficoltà che mi si presentarono all'esecuzione pratica delle misure, venni condotto alla forma speciale data a questo tubo. Esso, dopo riempito in parte di un liquido, mediante un sottile filo di

platino, si attacca ad un lungo gancio di platino, col quale viene sospeso nei vapori dello stesso liquido, che bolle fortemente sul fondo di un manicotto di vetro sottile e di pasta ben uniforme.

Perchè sia conservata l'esatta verticalità e l'immobilità, si sospende nell'occhio inferiore dell'istrumento un pesante gancio di vetro pieno di mercurio e chiuso alla fiamma.

Quando l'anello di condensazione dei vapori era salito sopra l' orificio dei tubetti, spesso vi cascavano piccole gocciolette che li chiudevano e facevano fortemente ballare i menischi. Nè v' era modo di allontanarle; inconveniente però quasi completamente evitato dalle due curve infuori date ai tubi. Ma ciò non ostante nel momento quando l'anello di condensazione passava davanti i due fori, nel più piccolo di essi, si fermava sempre una goccia di liquido che non si riesciva di staccare. Gonfiando però l' estremità del tubo più stretto in forma di una specie di piccolo imbuto a palla, quella goccia si depositava bensì, ma dopo poco tempo, per le oscillazioni che subiva per l'uscita dell'aria calda dal tubetto, cascava nel gonfio dell' imbuto e lasciava libere le branche del tubetto.

Questa bolla di liquido, senza essere un inconveniente costituisce invece un fattore importante per la buona riuscita delle misure. Infatti, se al principio del riscaldamento il foro di uno dei tubi si chiude con una goccia, l' aria rinchiusa, dilatandosi, preme sulla colonna liquida e la fa abbassare inalzandola dal lato opposto, finchè la resistenza offerta da questa colonna basti per fare rompere la goccia ostruente che chiudeva l'uscita dell' aria rarefatta. Cessando così quella piccola tensione interna, la colonna liquida, prima premuta in basso, risale repentinamente in alto mentre la goccia superiore, data uscita all' aria, si richiude e ricominciano li stessi fenomeni; in modo che i due menischi nell' istrumento oscillano per un certo tempo intorno alla loro posizione d' equilibrio, così che le pareti interne dei tubi vengono perfettamente bagnate dai liquidi caldi. Ognuno sa che solo a questa condizione le misure relative alla capillarità per i liquidi a menisco concavo, sono possibili.

Un grande vantaggio che offrono queste determinazioni al punto di ebollizione è che, dopo un certo tempo di riscaldamento, i menischi delle due colonne si trovano in contatto solo col proprio vapore, ed è evitata l'azione dell' aria sullo strato superficiale dei menischi che, variandone la natura, può influire non poco sull'elevazione capillare. In fatti ho osservato che durante i primi 8 o 10 minuti che il tubo si trova immerso nei vapori, la differenza di livello tra i due menischi varia continuamente e senza regola, mentre dopo un certo tempo, quando cioè gli strati superficiali dei menischi si sono evaporati e, scacciata così l'aria dai tubi, il liquido è solo in contatto col proprio vapore, la posizione relativa dei menischi diviene fissa ed invariabile tanto che si possono ripetere un numero qualunque di volte le letture, sempre con risultati identici. Questa circostanza che osservai solo qualche tempo dopo cominciate le mie ricerche, mi determinò a rifare daccapo tutte le osservazioni già eseguite prima, delle quali difatti alcune risultarono alquanto diverse.

Siccome durante tutto il tempo che durano le osservazioni i liquidi si trovano al loro punto di ebollizione, essi sviluppano facilmente delle bollicine d' aria o di vapore, la più piccola delle quali rende illusoria qualunque misura. Per evitare la

loro formazione è condizione necessaria che i liquidi vengano completamente privati dell'aria disciolta, il che ottenni distillandoli nel momento stesso prima di introdurli nel tubo capillare.

Il calcolo necessario per dedurre le diverse costanti capillari dall'osservazione della differenza di livello dei menischi nelle due branche del tubo ad U, è semplicissimo.

Chiamerò a^2 l'innalzamento capillare in un tubo di un millimetro di raggio, coefficiente da determinarsi e sia:

r = raggio del tubo stretto.

R = raggio del tubo più largo.

h = differenza di livello dei menischi.

Se i due tubetti che costituiscono il tubo ad U, fossero immersi separati in un liquido, si osserverebbero le ascensioni:

H per il tubo stretto

H' per il tubo più largo

le quali essendo inversamente proporzionali ai raggi dei tubi, si avrà:

$$H = \frac{a^2}{r} \quad \text{e} \quad H' = \frac{a^2}{R}$$

ossia:

$$h = H - H' = \frac{a^2}{r} - \frac{a^2}{R} = a^2 \frac{R - r}{rR}$$

e perciò:

$$a^2 = h \frac{rR}{R - r}.$$

A questo valore di a^2 bisognerà però ancora aggiungere una correzione per il peso del liquido sollevato dal menisco, sopra il piano tangente al punto più basso della sua curvatura che serve di limite per le nostre misure dirette.

Chiamando H la pressione risultante per la pressione di coesione sopra l'unità di superficie di una superficie sferica di raggio 1, e chiamando s il peso specifico del liquido a t^o:

$$\frac{H}{s} \text{ è ciò che noi esprimiamo col simbolo } a^2.$$

Ammettendo che l'angolo laterale del menisco sia uguale a zero, e che il menisco sia una semisfera, si giunge, dopo sottratto il peso della semisfera di raggio r dal peso del cilindro di altezza r, alla semplice formola:

$$a^2 = r\left(h + \frac{r}{3}\right)$$

(h = altezza della colonna sollevata).

Questa per $r = 1$ diviene:

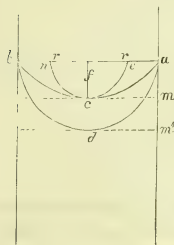
$$a^2 = h + \frac{1}{3}.$$

Questo è il metodo di correzione generalmente impiegato, ma è senza dubbio un poco troppo grande; giacchè, se anche per tutti i liquidi che bagnano perfettamente il vetro, l'angolo laterale è uguale a zero, non per questo l'altezza del

menisco è sempre uguale al raggio e il menisco non sarà una vera semisfera che in casi rarissimi. Questa risulta evidente quando ci ricordiamo che col crescere della temperatura diminuisce la curvatura del menisco, fino a sparire completamente alla temperatura critica delle sostanze, senza però che per le temperature più elevate di quella dell'ambiente, il liquido cessi di bagnare perfettamente le pareti del tubo.

Per questa ragione ho preferito d'introdurre una correzione empirica che, senza essere perfettamente esatta, si avvicina certo di più alla verità di quella usitata.

Se il menisco formasse una semisfera, la correzione, come si disse, sarebbe $= \frac{r}{3}$, ma questo non è a così dire mai il caso, e $\frac{r}{3}$ è un valore troppo grande.

Se invece, seguendo Frankenheim, si prendesse la correzione $\frac{f}{3}$ (f = freccia del menisco) ossia uguale al terzo dell'altezza del menisco, questo sarebbe un valore troppo piccolo.

La correzione usuale $\frac{r}{3}$ è rappresentata dal semicircolo *adb*, ma è evidentemente troppo grande; la correzione $\frac{f}{3}$ è rappresentata sul disegno dal piccolo semicerchio *ecn*, ma è troppo piccola. Il vero valore è intermedio a questi due valori $\frac{r}{3}$ e $\frac{f}{3}$, e si commetterà certo un errore minore prendendone la media geometrica o aritmetica, come correzione da impiegarsi.

Sia ora: H un' altezza di ascensione misurata H*c* questa altezza corretta per il valore del menisco, avremo:

$$Hc = H + \left(\frac{\frac{r}{3} + \frac{f}{3}}{2} \right).$$

Per il mio istrumento vale, come sviluppai pocanzi, l'espressione:

$$a^2 = h \left(\frac{rR}{R - r} \right)$$

nella quale: $h = H - H'$

siano m e m' le rispettive correzioni per i menischi:

$$hc = (H + m) - (H' + m')$$

ossia: $hc = H - H' + m - m'$

è introducendo per $H - H'$ il suo valore h avremo:

$$hc = h + m - m'$$

e se ora per m e m' introduciamo l'espressione per la correzione ora dedotta, avremo la formola finale:

$$a^2 = \frac{rR}{R - r} \left(h + \frac{\frac{r}{3} - \frac{R}{3} + \frac{f}{3} - \frac{F}{3}}{2} \right)$$

nella quale:

r = raggio del tubo stretto
R = raggio del tubo più largo
f = altezza del menisco nel tubo stretto
F = altezza del menisco nel tubo più largo.

Bisogna dunque in tutte le osservazioni misurare l'altezza dei menischi, i quali essendo sempre assai bassi, non costituiscono naturalmente un oggetto di misura molto propizia. Ma se anche la sicurezza colla quale sono misurabili non è massima, introducendoli nel calcolo essi forniranno, ciò non ostante, una approssimazione al vero molto maggiore che non offra la solita correzione $\frac{r}{3}$. Del resto una piccola inesattezza nella misura dei menischi è senza alcuna influenza sui risultati, perchè nel calcolo non si introduce che la differenza dei loro terzi.

Nella formola generale sviluppata per il calcolo di a^2, il fattore $\frac{rR}{R-r}$ è una costante, dipendente solo dalla natura dell'istrumento adoperato. Essa venne determinata direttamente pesando per ognuna delle due branche del tubo ad U, una serie di fili di mercurio di lunghezze esattamente misurate. Era applicabile questo metodo giacchè, come si è detto, i due tubi sono di calibro costante e di sezione circolare.

Si trovò 1). Per la branca stretta:

330,7 mm. di filo di mercurio pesarono 1,6127 gr ($t^o = 12^o$).

2). Per la branca larga:

204,0 mm. di filo di mercurio pesarono 3,6947 gr ($t^o = 12^o$).

Dunque:

$$r = 0{,}3383 \text{ mm.}$$
$$R = 0{,}6519 \text{ mm.}$$
$$\frac{rR}{R-r} = 0{,}7032 = \text{Cost.}$$

In tutte le determinazioni fu fatto uso di questa costante, trascurando la dilatazione del vetro che pur deve essere di una influenza addirittura inapprezzabile.

Per le misure mi sono servito di un eccellente catetometro costruito dal signor F. Miller a Innsbruck. Questo istrumento, fornito di oculare micrometrico e di larghissimo obbiettivo, ha il carretto controbilanciato da un contrapeso in modo da rendere oltremodo facile, rapido e sicuro il movimento del cannocchiale. Senza questo contrapeso non mi sarebbe stato possibile di eseguire le mie misure, che debbono essere fatte con grande rapidità nelle due branche del tubo, per evitare errori che potrebbero nascere da una evaporazione dei liquidi che, come si sa, si trovano al loro punto di ebollizione. Per evitare questa possibile causa d'errore si fecero sempre le letture in una branca, poi nell' altra ed indi di nuovo nella prima, per assicurarsi della immobilità del menisco durante il tempo necessario per le tre letture. Il nonio del mio istrumento dà direttamente il 50^{esimo} di millimetro.

Oltre alla costante capillare a^2 introdotta da Poisson, i fisici ne usano spesso un' altra che, essendo s il peso specifico alla temperatura alla quale si trova il

liquido, ha la forma:

$$\frac{a^2 s}{2}$$

ed esprime: il peso di liquido portato dall' unità di lunghezza della linea di contatto tra il liquido e la parete solida.

La determinazione di questa costante non poteva presentare alcuna difficoltà, giacchè per i miei studi sul peso specifico dei liquidi al loro punto di ebollizione e sui loro volumi molecolari, conosco tutti i dati necessari per un numero abbastanza considerevole di sostanze. Mi permetterò però di proporre una modificazione di questa costante $\frac{a^2 s}{2}$.

Sia: $m =$ peso molecolare

$$\frac{m}{s} = v = \text{Volume molecolare.}$$

Se $\frac{a^2 s}{2}$ ha il significato ora detto:

$$\frac{\frac{1}{2} a^2 s}{m} = \frac{\frac{1}{2} a^2}{\frac{m}{s}} = \frac{a^2}{2v} = \text{N}.$$

significherà: *il numero relativo di molecole portate dall' unità di lunghezza della linea di contatto tra il liquido e la parete solida.*

Io farò principalmente uso di questa costante, alla quale darò il simbolo N e che per brevità chiamerò in seguito: *numero di molecole sollevate.*

Siccome il peso molecolare m è sempre un numero relativamente grande, mentre $\frac{a^2 s}{2}$ è sempre piccolo, ne risulta che $\frac{a^2 s}{2m}$ è sempre un numero frazionario, ma per evitare questo incomodo io avverto che ho sempre moltiplicato per 1000, che cioè:

$$\text{N} = 1000 \frac{a^2 s}{2m}.$$

La collezione di prodotti che servì per le misure è quella impiegata l'anno passato per i miei studî sui volumi molecolari. Tutte le sostanze furono ripurificate coi metodi a suo tempo indicati.

Una serie di eteri purissimi, preparati sinteticamente, furono aggiunti a questa collezione; ne darò man mano i pesi specifici al punto di ebollizione, ed i volumi molecolari determinati posteriormente alla pubblicazione della mia Memoria su questi argomenti.

Tutte le indicazioni termometriche sono fornite dai 4 termometri esattissimi descritti nella precedente mia Memoria; in tutti i casi la colonna di mercurio era interamente immersa nei vapori.

Le indicazioni barometriche sono ridotte a zero.

Giacchè finora tutti gli osservatori hanno misurate le costanti capillari dei liquidi alla temperatura ordinaria, ho creduto bene, per avere un mezzo di confronto delle mie, colle loro determinazioni, di fare in tutti i casi prima le letture alla temperatura dell' ambiente, che secondo i diversi mesi variava tra 2 e 15 gradi, e poi solamente alla temperatura dell' ebollizione. Questo metodo mi dava altresì la possibilità

di determinare approssimativamente per ogni liquido il coefficiente di depressione capillare, per ogni aumento di 1 grado di temperatura.

Prima d'incominciare la serie delle mie determinazioni, il tubino era stato riscaldato con acido nitrico concentrato, e dopo lavato per aspirazione con una corrente di acqua distillata.

Dopo ogni sperimento si lavava un gran numero di volte con alcool distillato, e lo si lasciava bagnato di alcool, per non asciugarlo che prima di riempirlo di un nuovo liquido. Si asciugava riscaldandolo leggermente mentre era attraversato da una corrente d'aria secca e filtrata.

Finalmente riassumo qui tutti i simboli impiegati nell'esposizione del materiale sperimentale.

h = altezza di ascensione osservata

hc = la stessa corretta per i menischi

a^2 = la stessa in un tubo di 1mm. di raggio

f, F = altezze dei due menischi

D_t o S_t = peso specifico a t°

$\frac{M}{D} = v$ = volume molecolare

$\frac{a^2 s}{2}$ = liquido portato dall'unità di lunghezza della linea di contatto

$\frac{\frac{a^2 s}{2}}{m} = \frac{a^2}{2v}$ = numero relativo di molecole sollevate

N $= 1000 \frac{a^2}{2v}$.

1) *Acqua* $t = 8,9^\circ$

$h =$ 2,156 cm.	2,156 cm.
2,156 »	2,155 »
2,155 »	2,156 »
2,155 »	2,155 »

Colla correzione del menisco secondo Frankenheim:

$$hc = 2,146$$
$$a^2 = 15,090$$

Dalla formola di Frankenheim:

$$15,336 - 0,02751\, t - 0,000014\, t^2$$

si ricava: a^2 a $8,9^\circ = 15,090$.

2) *Esane* C_6H_{14}

$t^\circ = 68,1 \quad B_0 = 751,3 \quad S_{68,1} = 0,6142 \quad \frac{M}{D} = 139,72$

a freddo $t = 2,1^\circ$

h = 0,885 — 0,885 — 0,886 cm.

f = 0,30 mm. F = 0,51 mm.

hc = 0,877 $a^2 = 6,167$

a caldo

h = 0,650 — 0,650 — 0,651 — 0,650 cm.

f = 0,26 mm. F = 0,48 mm.

hc = 0,642 $a^2 = 4,514$ $\frac{a^2 s}{2} = 1,386$

N = 16,1.

3) *Diisobutile Octane* $C_8 H_{18}$

$t^\circ = 107,4 \quad B_0 = 751,2 \quad S_{107,4} = 0,6166 \quad \frac{M}{D} = 184,49$

a freddo $t^\circ = 6,2^\circ$

$h = 0,890 - 0,890 - 0,891$ cm.

$f = 0,30$ mm. $F = 0,53$ mm.

$hc = 0,881 \quad a^2 = 6,195$

a caldo

$h = 0,565 - 0,565 - 0,564 - 0,567$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,47$ mm.

$hc = 0,556 \quad a^2 = 3,909 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,205$

$N = 10,5.$

4) *Diisoamile Decane* $C_{10} H_{22}$

$t^\circ = 159,1 \quad B_0 = 751,1 \quad S_{159} = 0,6126 \quad \frac{M}{D} = 231,31$

a freddo $t^\circ = 2,6$

$h = 0,951 - 0,951 - 0,949 - 0,949$ cm.

$f = 0,28$ mm. $F = 0,58$ mm.

$hc = 0,939 \quad a^2 = 6,603$

a caldo

$h = 0,517 - 0,518 - 0,519 - 0,518$ cm.

$f = 0,22$ mm. $F = 0,45$ mm.

$hc = 0,509 \quad a^2 = 3,579 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,096$

$N = 7,7.$

5) *Amilene* $C_5 H_{10}$

$t^\circ = 36,8 \quad B_0 = 752,7 \quad S_{36,8} = 0,6353 \quad \frac{M}{D} = 109,95$

a freddo $t = 4,3^\circ$

$h = 0,825 - 0,825 - 0,826 - 0,826$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,48$ mm.

$hc = 0,816 \quad a^2 = 5,738$

Mendelejeff trova $a^2 = 5,380$ per $t^\circ = 16,5^\circ$

a caldo

$h = 0,697 - 0,698 - 0,698 - 0,697 - 0,699$ cm.

$f = 0,20$ mm. $F = 0,42$ mm.

$hc = 0,690 \quad a^2 = 4,852 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,541$

$N = 22.$

6) *Caprilene* $C_8 H_{16}$

$t^\circ = 124,6 \quad B_0 = 769,6 \quad S_{124,6} = 0,6306 \quad \frac{M}{D} = 177,22$

a freddo $t = 2^\circ$

$h = 0,962 - 0,962 = 0,963$ cm.

$f = 0,31$ mm. $F = 0,55$ mm.

$hc = 0,953 \quad a^2 = 6,701$

a caldo

$h = 0,589 - 0,589 - 0,591 - 0,590$ cm.

$f = 0,24$ mm. $F = 0,50$ mm.

$hc = 0,581 \quad a^2 = 4,080 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,286$

$N = 11,5.$

7) *Diallile* $C_6 H_{10}$

$t = 58,4 \quad B_0 = 751,8 \quad S_{58,4} = 0,6503 \quad \frac{M}{D} = 125,82$

a freddo $t = 4,1^\circ$

$h = 0,853 - 0,853 - 0,854$ cm.

$f = 0,28$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,844 \quad a^2 = 5,935$

a caldo

$h = 0,666 - 0,668 - 0,667 - 0666$ cm.

$f = 0,20$ mm. $F = 0,40$ mm.

$hc = 0,658 \quad a^2 = 4,627 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,504$

$N = 18,3.$

8) *Benzina* $C_6 H_6$

$t^o = 79{,}9 \quad B_0 = 764{,}1 \quad S_{79,9} = 0{,}8111 \quad \frac{M}{D} = 95{,}94$

a freddo $t = 6{,}7$
$h = 1{,}000 - 1{,}000$ cm.
$f = 0{,}28$ mm. $F = 0{,}54$ mm.
$hc = 0{,}991 \quad a^2 = 6{,}968$
Mendelejeff trova $a^2 = 6{,}817$ per $t^o = 15°$

a caldo
$h = 0{,}754 - 0{,}754 - 0{,}753 - 0{,}754$ cm.
$f = 0{,}23$ mm. $F = 0{,}43$ mm.
$hc = 0{,}746 \quad a^2 = 5{,}245 \quad \frac{a^2 s}{2} = 2{,}127$

N = 27,3.

9) *Toluene* $C_7 H_8$

$t^o = 109{,}8 \quad B_0 = 759{,}4 \quad S_{109,8} = 0.7780 \quad \frac{M}{2} = 117{,}97$

a freddo $t = 5{,}8$
$h = 0{,}999 - 0{,}999$ cm.
$f = 0{,}39$mm. $F = 0{,}54$ mm.
$hc = 0{,}990 \quad a^2 = 6{,}961$
Mendelejeff trova $a^2 = 6{,}654$ per $t^o = 15°$

a caldo
$h = 0{,}684 - 0{,}686 - 0{,}684 - 0{,}684$ cm.
$f = 0{,}24$ mm. $F = 0{,}48$ mm.
$hc = 0{,}675 \quad a^2 = 4{,}746 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}846$

N = 20,1.

10) *Xilene* $C_8 H_{10}$, quasi tutto 1, 2

$t = 141{,}1 \quad B_0 = 756{,}2 \quad S_{141} = 0{,}7559 \quad \frac{M}{D} = 139{,}91$

a freddo $t = 5{,}9°$
$h = 1{,}012 - 1{,}010 - 1{,}010 - 1{,}011$ cm.
$f = 0{,}29$ mm. $F = 0{,}57$ mm.
$hc = 1{,}001 \quad a^2 = 7{,}039$

a caldo
$h = 0{,}638 - 0{,}640 - 0{,}637 - 0{,}641$ cm.
$f = 0{,}23$ mm. $F = 0{,}47$ mm.
$hc = 0{,}631 \quad a^2 = 4{,}437 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}677$

N = 16,0.

11) *Xilene* $C_8 H_{10}$ 1,3

$t = 139{,}2 \quad B_0 = 759{,}7 \quad S = 0{,}7571 \quad \frac{M}{D} = 139{,}67$

a freddo $t = 4°$
$h = 1{,}010 - 1{,}011 - 1{,}011$ cm.
$f = 0{,}30$ mm. $F = 0{,}56$ mm.
$hc = 1{,}001 \quad a^2 = 7{,}039$
Mendelejeff trova $a^2 = 6{,}626$ per $t = 15$

a caldo
$h = 0{,}636 - 0{,}641 - 0{,}641 - 0{,}642$ cm.
$f = 0{,}24$ mm. $F = 0{,}53$ mm.
$hc = 0{,}631 \quad a^2 = 4{,}437 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}679$

N = 15,9.

12) *Xilene* $C_8 H_{10}$, quasi tutto 1, 4

$t = 138{,}1 \quad B_0 = 761{,}2 \quad S_{138} = 0{,}7543 \quad \frac{M}{D} = 140{,}20$

a freddo $t = 4°$
$h = 1{,}003 - 1{,}003$ cm.
$f = 0{,}30$ mm. $F = 0{,}56$ mm.
$hc = 0{,}994 \quad a^2 = 6{,}990$

a caldo
$h = 0{,}637 - 0{,}638 - 0{,}638 - 0{,}639$ cm.
$f = 0{,}23$ mm. $F = 0{,}52$ mm.
$hc = 0{,}630 \quad a^2 = 4{,}430 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}670$

N = 15,8.

13) *Etilbenzina* $C_8 H_{10}$

$t^\circ = 135{,}9 \quad B_0 = 758{,}1 \quad S_{135,9} = 0{,}7611 \quad \frac{M}{D} = 138{,}95$

a freddo $t^\circ = 4{,}5$

h = 1,018 — 1,019 — 1,018 cm.
f = 0,30. F = 0,54 mm.
hc = 1,010 $a^2 = 7{,}102$

a caldo

h = 0,649—0,649—0,650—0,649 cm.
f = 0,22. F = 0,48 mm.
hc = 0,640 $a^2 = 4{,}495 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}710$

N = 16,2.

14) *Propilbenzina* $C_9 H_{12}$ normale

$t^\circ = 158{,}7 \quad B_0 = 750 \quad S_{158,7} = 0{,}7399 \quad \frac{M}{D} = 161{,}82$

a freddo $t^\circ = 4{,}5$

h = 1,024 — 1,025 — 1,023 cm.
f = 0,31. F = 0,55 mm.
hc = 1,015 $a^2 = 7{,}137$

a caldo

h = 0,610—0,607—0,609—0,608 cm.
f = 0,25 mm. F = 0,45 mm.
hc = 0,600 $a^2 = 4.219 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}561$

N = 13,0.

15) *Etiltoluene para* $C_9 H_{12}$

$t = 161{,}8 \quad B_0 = 761{,}3 \quad S_{161.8} = 0{,}7393 \quad \frac{M}{D} = 161{,}95$

a freddo $t^\circ = 4{,}5$

h = 1,017 — 1,017 cm.
f = 0,28 mm. F = 0,50 mm.
hc = 1,008 $a^2 = 7{,}088$

a caldo

h = 0,602—0,603—0,603—0,604 cm.
f = 0,24 mm. F = 0,42 mm.
hc = 0,595 $a^2 = 4{,}184 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}546$

N = 12,9.

16) *Mesitilene* $C_9 H_{12}$

$t = 165 \quad B_0 = 762 \quad S_{165} = 0{,}7372 \quad \frac{M}{D} = 162{,}40$

a freddo $t = 4{,}5$

h = 1,009 — 1,010 — 1,009 cm.
f = 0,28 mm. F = 0,52 mm.
hc = 1,000 $a^2 = 7{,}032$

a caldo

h = 0,589—0,589—0,590—0,589 cm.
f = 0,24 mm. F = 0,43 mm.
hc = 0,581 $a^2 = 4{,}085 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}506$

N = 12,6.

17) *Cimene* $C_{10} H_{14}$

$t^\circ = 176{,}2 \quad B_0 = 769{,}3 \quad S_{176} = 0{,}7248 \quad \frac{M}{D} = 184{,}46$

a freddo $t = 3{,}4^\circ$

h = 1,008 — 1,006 — 1,006 cm.
f = 0,31 mm. F = 0,57 mm.
hc = 0,998 $a^2 = 7{,}018$
Mendelejeff trova $a^2 = 6{,}586$ per $t = 15{,}7$

a caldo

h = 0,554—0,555—0,554 cm.
f = 0,22 mm. F = 0,49 mm.
hc = 0,546 $a^2 = 3{,}839 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}391$

N = 10,4.

18) *Alcool metilico* $CH_3\ OH$

$t^o = 64{,}2 \quad B_0 = 755{,}8 \quad S_{64} = 0{,}7475 \quad \frac{M}{D} = 42{,}71$

a freddo $t = 7{,}3$

$h = 0{,}864 - 0{,}864 - 0{,}866 - 0{,}864$ cm.

$f = 0{,}33$ mm. $F = 0{,}56$ mm.

$hc = 0{,}855 \quad a^2 = 6{,}012$

Mendelejeff trova $a^2 = 6{,}016$ per $t^o = 15$

a caldo

$h = 0{,}738 - 0{,}734 - 0{,}736 - 0{,}736$ cm.

$f = 0{,}28$ mm. $F = 0{,}47$ mm.

$hc = 0{,}726 \quad a^2 = 5{,}107 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}909$

N = 59,8.

19) *Alcool etilico* $C_2\ H_5\ OH$

$t^o = 78{,}0 \quad B_0 = 755{,}7 \quad S_{78} = 0{,}7381 \quad \frac{M}{D} = 62{,}18$

a freddo $t^o = 5{,}5$

$h = 0{,}856 - 0{,}856 - 0{,}856$ cm.

$f = 0{,}32$ mm. $F = 0{,}51$ mm.

$hc = 0{,}847 \quad a^2 = 5{,}956$

Mendelejeff trova $a^2 = 5{,}944$ per $t^o = 15$

a caldo

$h = 0{,}690 - 0{,}691 - 0{,}690$ cm.

$f = 0{,}26$ mm. $F = 0{,}45$ mm.

$hc = 0{,}680 \quad a^2 = 4{,}782 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}765$

N = 38,4.

Frankenheim colla sua formola d' interpolazione:

$$6{,}05 - 0{,}0116\, t - 0{,}000051\, t^2$$

trova $a^2 = 4{,}83$ per $t^o = 78$, mentre io trovo $a^2 = 4{,}78$; ma l'alcool di Frankenheim aveva il peso specifico a $0^o = 0{,}8258$ e conteneva non poca acqua.

20) *Alcool propilico* $C_3\ H_7\ OH$

$t^o = 97{,}1 \quad B_0 = 752{,}2 \quad S_{97} = 0{,}7365 \quad \frac{M}{D} = 81{,}28$

a freddo $t^o = 5{,}8$

$h = 0{,}894 - 0{,}894$ cm.

$f = 0{,}30$ mm. $F = 0{,}54$ mm.

$hc = 0{,}885 \quad a^2 = 6{,}223$

a caldo

$h = 0{,}680 - 0{,}680 - 0{,}681 - 0{,}681$ cm.

$f = 0{,}22$ mm. $F = 0{,}46$ mm.

$hc = 0{,}671 \quad a^2 = 4{,}718 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}762$

N = 29.

21) *Alcool isopropilico* $C_3\ H_7\ OH$

$t^o = 81{,}3 \quad B_0 = 753{,}4 \quad S_{81} = 0{,}7329 \quad \frac{M}{D} = 81{,}69$

a freddo $t = 6^o$

$h = 0{,}830 - 0{,}831 - 0{,}830$ cm.

$f = 0{,}31$ mm. $F = 0{,}55$ mm.

$hc = 0{,}822 \quad a^2 = 5{,}780$

a caldo

$h = 0{,}660 - 0{,}661 - 0{,}660$ cm.

$f = 0{,}27$ mm. $F = 0{,}46$ mm.

$hc = 0{,}653 \quad a^2 = 4{,}592 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}702$

N = 28,2.

22) *Alcool isobutilico* $C_4 H_9 OH$

$t^\circ = 106,4 \quad B_0 = 753,6 \quad S_{106,4} = 0,7265 \quad \frac{M}{D} = 101,63$

a freddo $t^\circ = 6,3^\circ$	*a caldo*
$h = 0,871 - 0,871 - 0,870$ cm.	$h = 0,635 - 0,636 - 0,636 - 0,636$ cm.
$f = 0,30$ mm. $F = 0,55$ mm.	$f = 0,22$ mm. $F = 0,40$ mm.
$hc = 0,862 \quad a^2 = 6,061$	$hc = 0,628 \quad a^2 = 4,416 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,604$

$N = 21,7.$

23 *Alcool isoamilico* $C_5 H_{11} OH$

$t^\circ = 131,4 \quad B_0 = 767,9 \quad S_{131,4} = 0,7154 \quad \frac{M}{D} = 122,74$

a freddo $t^\circ = 4,6$	*a caldo*
$h = 0,894 - 0,894 - 0,893$ cm.	$h = 0,619 - 0,618 - 0,618 - 0,618$ cm.
$f = 0,31$ mm. $F = 0,54$ mm.	$f = 0,23$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,885 \quad a^2 = 6,223$	$hc = 0,610 \quad a^2 = 4,289 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,534$
Mendelejeff trova $a^2 = 6,006$ per $t^\circ = 15$	

$N = 17,4.$

24) *Dimetilètilcarbinol* $C_5 H_{11} OH$

$t^\circ = 102 \quad B_0 = 763,2 \quad S_{102} = 0,7241 \quad \frac{M}{D} = 121,26$

a freddo $t = 3,9$	*a caldo*
$h = 0,855 - 0,855 - 0,854$ cm.	$h = 0,618 - 0,616 - 0,618 - 0,618$ cm.
$f = 0,31$ mm. $F = 0,53$ mm.	$f = 0,26$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,846 \quad a^2 = 5,949$	$hc = 0,609 \quad a^2 = 4,283 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,550$

$N = 17,6.$

25) *Alcool allilico* $C_3 H_5 OH$

$t = 96,4 \quad B_0 = 753,4 \quad S_{96,4} = 0,7809 \quad \frac{M}{D} = 74,10$

a freddo $t = 4,2$	*a caldo*
$h = 0,922 - 0,921 - 0,922$ cm.	$h = 0,721 - 0,720 - 0,720 - 0,721$ cm.
$f = 0,30$ mm. $F = 0,51$ mm.	$f = 0,26$ mm. $F = 0,47$ mm.
$hc = 0,913 \quad a^2 = 6,429$	$hc = 0,712 \quad a^2 = 5,006 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,955$

$N = 33,8.$

26) *Cloroformio* $CH Cl_3$

$t^\circ = 60,6 \quad B = 753,4 \quad S_{60,6} = 1,4081 \quad \frac{M}{D} = 84,56$

a freddo $t^\circ = 8$	*a caldo*
$h = 0,559 - 0,559 - 0,560$ cm.	$h = 0,458 - 0,457 - 0,455 - 0,456$ cm.
$f = 0,31$ mm. $F = 0,55$ mm.	$f = 0,25$ mm. $F = 0,47$ mm.
$hc = 0,551 \quad a^2 = 3,874$	$hc = 0,448 \quad a^2 = 3,150 \quad \frac{a^2 s}{2} = 2,210$

$N = 18,6.$

27) *Tetracloruro di carbonio* CCl_4

$t^o = 75,2 \quad B_0 = 751,4 \quad S_{75.2} = 1,4802 \quad \frac{M}{D} = 103,66$

a freddo $t^o = 7,4$

$h = 0,521 - 0,521$ cm.

$f = 0,31$ mm. $F = 0,53$ mm.

$hc = 0,512 \qquad a^2 = 3,600$

a caldo

$h = 0,400 - 0,400 - 0,402 - 0,403$ cm.

$f = 0,24$ mm. $F = 0,44$ mm.

$hc = 0,392 \qquad a^2 = 2,756 \quad \frac{a^2 s}{2} = 2,040$

N = 13,3.

28) *Cloruro di etilene* $C_2 H_4 Cl_2$

$t^o = 83,3 \quad B_0 = 753,4 \quad S_{83} = 1,1576 \quad \frac{M}{D} = 85,24$

a freddo $t^o = 8$

$h = 0,791 - 0,791 - 0,790$ cm.

$f = 0,31$ mm. $F = 0,52$ mm.

$hc = 0,782 \qquad a^2 = 5,499$

a caldo

$h = 0.605 - 0,606 - 0,606$ cm.

$f = 0,23$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,597 \qquad a^2 = 4,198 \quad \frac{a^2 s}{2} = 2,429$

N = 24,6.

29) *Cloruro di etilidene* $C_2 H_4 Cl_2$

$t = 57 \quad B_0 = 757,1 \quad S_{57} = 1,1141 \quad \frac{M}{D} = 88,56$

a caldo

$h = 0,532 - 0,532 - 0,531$ cm.

$f = 0,28$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,524 \qquad a^2 = 3,684 \quad \frac{a^2 s}{2} = 2,052$

N = 20,8.

30) *Cloruro propilico* $C_3 H_7 Cl$

$t = 47 \quad B_0 = 765,2 \quad S_{47} = 0,8561 \quad \frac{M}{D} = 91,43$

a freddo $t = 5,6$

$h = 0,766 - 0,765 - 0,766$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,51$ mm.

$hc = 0,758 \qquad a^2 = 5,330$

a caldo

$h = 0,628 - 0,627 - 0,628 - 0,628$ cm.

$f = 0,26$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,620 \qquad a^2 = 4,359 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,866$

N = 23,8.

31) *Acetone* $C_3 H_6 O$

$t^o = 56,1 \quad B_0 = 754,2 \quad S_{56} = 0,7506 \quad \frac{M}{D} = 77,08$

a freddo $t = 5,0$

$h = 0,919 - 0,919$ cm.

$f = 0,30$ mm. $F = 0,54$ mm.

$hc = 0,910 \qquad a^2 = 6,398$

Mendelejeff trova $a^2 = 6,133$ per $t^o = 15$

a caldo

$h = 0,748 - 0,745 - 0,746$ cm.

$f = 0,27$ mm. $F = 0,48$ mm.

$hc = 0,738 \qquad a^2 = 5,189 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,947$

N = 33,6.

32) *Paraldeide* $C_6 H_{12} O_3$

$t^{\circ} = 124{,}1 \quad B_0 = 751{,}4 \quad S_{12.4} = 0{,}8737 \quad \frac{M}{D} = 150{,}74$

a freddo $t = 5$

$h = 0{,}811 - 0{,}810 - 0{,}811$ cm.
$f = 0{,}28$ mm. $F = 0{,}51$ mm.
$hc = 0{,}801 \qquad a^2 = 5{,}632$

a caldo

$h = 0{,}510 - 0{,}511 - 0{,}509 - 0{,}511$ cm.
$f = 0{,}25$ mm. $F = 0{,}45$ mm.
$hc = 0{,}502 \qquad a^2 = 3{,}530 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}542$

$N = 11{,}7.$

33) *Dietilacetal* $C_6 H_{14} O_2$

$t = 103{,}2 \quad B_0 = 752{,}8 \quad S_{103} = 0{,}7363 \quad \frac{M}{D} = 159{,}90$

a freddo $t = 4{,}5$

$h = 0{,}808 - 0{,}807 - 0{,}807$ cm.
$f = 0{,}30$ mm. $F = 0{,}51$ mm.
$hc = 0{,}798 \qquad a^2 = 5{,}611$

a caldo

$h = 0{,}529 - 0{,}527 - 0{,}528 - 0{,}528$ cm.
$f = 0{,}25$ mm. $F = 0{,}46$ mm.
$hc = 0{,}520 \qquad a^2 = 3{,}656 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}346$

$N = 11{,}4.$

34) *Dimetilacetal* $C_4 H_{10} O_2$

$t^{\circ} = 63 \quad B_0 = 754{,}6 \quad S_{63} = 0{,}8013 \quad \frac{M}{D} = 110{,}81$

a freddo $t = 4$

$h = 0{,}786 - 0{,}786$ cm.
$f = 0{,}29$ mm. $F = 0{,}51$ mm.
$hc = 0{,}777 \qquad a^2 = 5{,}464$

a caldo

$h = 0{,}590 - 0{,}591 - 0{,}591 - 0{,}592$ cm.
$f = 0{,}25$ mm. $F = 0{,}47$ mm.
$hc = 0{,}582 \qquad a^2 = 4{,}092 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}639$

$N = 18{,}4.$

35) *Etere dietilico* $C_4 H_{10} O$

Ne fu determinato il volume molecolare.

$$t^{\circ} = 34{,}6 \quad B_0 = 762$$
$$V_4 = 7{,}6568$$
$$P = 5{,}3221$$
$$D_4^{34.6} = 0{,}6950$$
$$\frac{M}{D} = 106{,}24$$

a freddo $t^{\circ} = 5{,}8$

$h = 0{,}747 - 0{,}747$ cm.
$f = 0{,}30$ mm. $F = 0{,}54$ mm.
$hc = 0{,}738 \qquad a^2 = 5{,}189$

a caldo

$h = 0{,}654 - 0{,}652 - 0{,}652 - 0{,}653$ cm.
$f = 0{,}26$ mm. $F = 0{,}48$ mm.
$hc = 0{,}643 \qquad a^2 = 4{,}521 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1{,}571$

$N = 21{,}3.$

La formola di Frankenheim

$$5{,}400 - 0{,}0524\, t$$

fornisce $\qquad a^2 = 4{,}522$ per $t = 34{,}6.$

36) *Formiato etilico* $C_3\ H_6\ O_2$

$$t^o = 53,6 \quad B_0 = 757,3 \quad S_{53,6} = 0,8730 \quad \frac{M}{D} = 84,57$$

a freddo $t = 5,2^o$

$h = 0,800 — 0,800 — 0,800$ cm.
$f = 0,29$ mm. $F = 0,51$ mm.
$hc = 0,791 \qquad a^2 = 5,562$

a caldo

$h = 0,653—0,652—0,652—0,651$ cm.
$f = 0,26$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,644 \qquad a^2 = 4,528 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,976$

$N = 26,8.$

37) *Formiato propilico* $C_4\ H_8\ O_2$

Ne fu determinato il volume molecolare.

$$t = 82,5 — 83,5 \quad B_0 = 763.$$

$$V_4 = 7,6756$$

$$P = 6,1980$$

$$D_4^{83} = 0,8075$$

$$\frac{M}{D} = 108,73$$

a freddo $t = 10$

$h = 0,840 — 0,840 — 0,841$ cm.
$f = 0,30$ mm. $F = 0,51$ mm.
$hc = 0,832 \qquad a^2 = 5,850$

a caldo

$h = 0,644—0,645—0,645—0,646$ cm.
$f = 0,25$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,638 \qquad a^2 = 4,486 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,811$

$N = 20,6.$

38) *Formiato isobutilico* $C_5\ H_{10}\ O_2$

$$= 98,5 \quad B_0 = 747,5 \quad S_{98,5} = 0,7784 \quad \frac{M}{D} = 130,74$$

a freddo $t^o = 5,2$

$h = 0,843 — 0,845 — 0,843$ cm.
$f = 0,30$ mm. $F = 0,53$ mm.
$hc = 0,835 \qquad a^2 = 5,871$

a caldo

$h = 0,600—0,598—0,598—0,599$ cm.
$f = 0,25$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,590 \qquad a^2 = 4,149 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,615$

$N = 15,8.$

39) *Formiato isamilico* $C_6\ H_{12}\ O_2$

$$t = 123,5 \quad B_0 = 747,7 \quad S_{123,5} = 0,7554 \quad \frac{M}{D} = 153,21$$

a freddo $t^o = 5,2$

$h = 0,868—0,868$ cm.
$f = 0,31$ mm. $F = 0,50$ mm.
$hc = 0,859 \qquad a^2 = 6,041$
Mendelejeff trova $a^2 = 5,929$ per $t^o = 10,8$

a caldo

$h = 0,586—0,585—0,587—0,585$ cm.
$f = 0.25$ mm. $F = 0,47$ mm.
$hc = 0,578 \qquad a^2 = 4,064 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,540$

$N = 13,3.$

40) *Acetato metilico* $C_3 H_6 O_2$

$t^o = 55,3 \quad B_0 = 759,2 \quad S_{55,3} = 0,8825 \quad \frac{M}{D} = 83,66$

a freddo $t^o = 7$

$h = 0,827 — 0,828 — 6,828$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,51$ mm.

$hc = 0,819 \qquad a^2 = 5,759$

a caldo

$h = 0,656 — 0,657 — 0,655 — 0,657$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,43$ mm.

$hc = 0,648 \qquad a^2 = 4,556 \quad \frac{a^2 s}{2} = 2,010$

N = 27,2.

41) *Acetato etilico* $C_4 H_8 O_2$

$t^o = 75,5 \quad B_0 = 755,2 \quad S_{75,5} = 0,7300 \quad \frac{M}{D} = 105,70$

a freddo $t^o = 6,3$

$h = 0,824 — 0,825 — 0,826$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,51$ mm.

$hc = 0,816 \qquad a^2 = 5,738$

Mendelejeff trova $a^2 = 5,684$ per $t^o = 10,4$

a caldo

$h = 0,622 — 0,623 — 0,622 — 0,622$ cm.

$f = 0,24$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,614 \qquad a^2 = 4,268 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,771$

N = 20,2.

42) *Acetato propilico* $C_5 H_{10} O_2$

$t^o = 102,5 \quad B_0 = 760,2 \quad S_{102,5} = 0,7916 \quad \frac{M}{D} = 128,56$

a freddo $t = 6,1$

$h = 0,844 — 0,846 — 0,845$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,52$ mm.

$hc = 0,836 \qquad a^2 = 5,878$

a caldo

$h = 0,580 — 0,580 — 0,579$ cm.

$f = 0,24$ mm. $F = 0,44$ mm.

$hc = 0,572 \qquad a^2 = 4,022 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,592$

N = 15,6.

43) *Acetato isobutilico* $C_6 H_{12} O_2$

$t = 112,8 \quad B_0 = 760,3 \quad S_{112,8} = 0,7589 \quad \frac{M}{D} = 152,51$

a freddo $t^o = 6$

$h = 0,840 — 0,841 — 0,840$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,52$ mm.

$hc = 0,831 \qquad a^2 = 5,843$

a caldo

$h = 0,565 — 0,566 — 0,566 — 0,567$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,45$ mm.

$hc = 0,558 \qquad a^2 = 3,923 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,489$

N = 12,8.

44) *Acetato isoamilico* $C_7 H_{14} O_2$

$t^o = 138,9 \quad B_0 = 758,2 \quad S_{138,9} = 0,7429 \quad \frac{M}{D} = 174,59$

a freddo $t^o = 4,2$

$h = 0,870 — 0,870 — 0,869$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,52$ mm.

$hc = 0,861 \qquad a^2 = 6,054$

Mendelejeff trova $a^2 = 5,959$ per $t^o = 10,8$

a caldo

$h = 0,537 — 0,535 — 0,537 — 0,537$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,45$ mm.

$hc = 0,529 \qquad a^2 = 3,720 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,381$

N = 10,6.

45) *Propionato metilico* $C_4 H_8 O_2$

$t = 79,5 \quad B_0 \quad 757,1 \quad S_{79,5} = 0,8422 \quad \frac{M}{D} = 104,24$

a freddo $t^o = 4,4$	*a caldo*
$h = 0,844 - 0,845 - 0,845$ cm.	$h = 0,618 - 0,618 - 0,617 - 0,618$ cm.
$f = 0,30$ mm. $F = 0,51$ mm.	$f = 0,24$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,836 \quad a^2 = 5,878$	$hc = 0,610 \quad a^2 = 4,289 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,806$

$N = 20,6.$

46) *Propionato etilico* $C_5 H_{10} O_2$

$t^o = 99 \quad B_0 = 757,3 \quad S_{99} = 0,7961 \quad \frac{M}{D} = 127,83$

a freddo $t^o = 4,5$	*a caldo*
$h = 0,838 - 0,838 - 0,839$ cm.	$h = 0,574 - 0,574 - 0,573 - 0,575$ cm.
$f = 0,29$ mm. $F = 0,52$ mm.	$f = 0,25$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,829 \quad a^2 = 5,829$	$hc = 0,566 \quad a^2 = 3,980 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,584$

$N = 15,6.$

47) *Propionato propilico* $C_6 H_{12} O_2$

$t = 121,7 \quad B_0 = 752,9 \quad S_{121,7} = 0,7680 \quad \frac{M}{D} = 150,70$

a freddo $t = 4,5$	*a caldo*
$h = 0,868 - 0,868$ cm.	$h = 0,550 - 0,551 - 0,548 - 0,549$ cm.
$f = 0,30$ mm. $F = 0,51$ mm.	$f = 0,24$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,859 \quad a^2 = 6,040$	$hc = 0,541 \quad a^2 = 3,804 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,461$

$N = 12,6.$

48) *Propionato isobutilico* $C_7 H_{14} O_2$

Volume molecolare: $t^o = 137 - 137,3 \quad B_0 = 763,0$

$$V_4 = 7,6969$$
$$P = 5,7527$$
$$D_4^{137} = 0,7474$$
$$\frac{M}{D} = 173,54$$

a freddo $t = 7,2$	*a caldo*
$h = 0,848 - 0,848$ cm.	$h = 0,512 - 0,514 - 0,512 - 0,512$ cm
$f = 0,29$ mm. $F = 0,53$ mm.	$f = 0,24$ mm. $F = 0,44$ mm.
$hc = 0,840 \quad a^2 = 5,906$	$hc = 0,504 \quad a^2 = 3,544 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,324$

$N = 10,2.$

49) *Propionato isoamilico* $C_8 H_{16} O_2$

$t^o = 160,5 \quad B_0 = 752,3 \quad S_{160,5} = 0,7295 \quad \frac{M}{D} = 196,95$

a freddo $t^o = 4,5$

$h = 0,884 - 0,884 - 0,883$ cm

$f = 0,31$ mm. $F = 0,52$ mm.

$hc = 0,875 \quad a^2 = 6,152$

a caldo

$h = 0,500 - 0,499 - 0,501 - 0,499$ cm.

$f = 0,22$ mm. $F = 0,45$ mm.

$hc = 0,492 \quad a^2 = 3,459 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,262$

N = 8,8.

50) *Butirrato metilico* $C_5 H_{10} O_2$

Volume molecolare: $t^o = 102,5 \quad B_0 = 763,5$

$V_4 = 7,6786$

$P = 6,1847$

$D^{102,5} = 0,8054$

$\frac{M}{D} = 126,35$ Kopp tova 126,00

a freddo $t^o = 7,5$

$h = 0,852 - 0,852$ cm.

$f = 0,29$ mm. $F = 0,49$ mm.

$hc = 0,844 \quad a^2 = 5,934$

a caldo

$h = 0,584 - 0,584 - 0,585$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,45$ mm.

$hc = 0,576 \quad a^2 = 4,036 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,625$

N = 15,9.

51) *Butirrato etilico* $C_6 H_{12} O_2$

$t^o = 118,8 \quad B_0 = 750,3 \quad S_{118,8} = 0,7703 \quad \frac{M}{D} = 150,25$

a freddo $t^o = 4,5$

$h = 0,854 - 0,854 - 0,855$ cm.

$f = 0,31$ mm. $F = 0,52$ mm.

$hc = 0,845 \quad a^2 = 5,941$

Mendelejeff trova $a^2 = 5,727$ per $t^o = 14,5$

a caldo

$h = 0,545 - 0,544 - 0,545$ cm.

$f = 0,24$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,537 \quad a^2 = 3,776 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,454$

N = 12,6.

52) *Butirrato propilico* $C_7 H_{14} O_2$

Volume molecolare: $t^o = 143,5 \quad B_0 = 762,7$

$V_4 = 7,6657$

$P = 5,7200$

$D_4^{143,5} = 0,7461$

$\frac{M}{D} = 173,85$ Pierre tova 174,10

a freddo $t^o = 5,8$

$h = 0,878 - 0,878$ cm.

$f = 0,32$ mm. $F = 0,53$ mm.

$hc = 0,870 \quad a^2 = 6,117$

a caldo

$h = 0,524 - 0,522 - 0,522 - 0,523$ cm.

$f = 0,23$ mm. $F = 0,44$ mm.

$hc = 0,515 \quad a^2 = 3,621 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,350$

N = 10,4.

53) *Butirrato isobutilico* $C_8\,H_{16}\,O_2$

Volume molecolare: $t^o = 157 - 157,5 \quad B_0 = 762,6$

$$V_4 = 7,6959$$
$$P = 5,5946$$
$$D_4^{157} = 0,7269$$
$$\frac{M}{D} = 197,66$$

a freddo $t^o = 5,8$

$h = 0,865 - 0,865$ cm.
$f = 0,29$ mm. $F = 0,50$ mm.
$hc = 0,857 \qquad a^2 = 6,046$

a caldo

$h = 0,486 - 0,485 - 486$ cm.
$f = 0,23$ mm. $F = 0,44$ mm.
$hc = 0,478 \qquad a^2 = 3,361 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,221$

$N = 8,5.$

54) *Isobutirrato metilico* $C_5\,H_{10}\,O_2$

Volume molecolare: $t^o = 92,4 \quad B_0 = 760,7$

$$V_4 = 7,6714$$
$$P = 6,1750$$
$$D_4^{92,4} = 0,8049$$
$$\frac{M}{D} = 126,43$$

a freddo $t^o = 5,2$

$h = 0,812 - 0,812$ cm.
$f = 0,31$ mm. $F = 0,51$ mm.
$hc = 0,804 \qquad a^2 = 5,653$

a caldo

$h = 0,573 - 0,572 - 0,574 - 0,573$ cm.
$f = 0,25$ mm. $F = 0,46$ mm.
$hc = 0,564 \qquad a^2 = 3,965 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,595$

$N = 15,7.$

55) *Isobutirrato etilico* $C_6\,H_{12}\,O_2$

$$t^o = 109,9 \quad B_0 = 752,5 \quad S_{109,9} = 0,7681 \quad \frac{M}{2} = 150,68$$

a freddo $t^o = 4,5$

$h = 0,822 - 0,822$ cm.
$f = 0,30$ mm. $F = 0,51$ mm.
$hc = 0,813 \qquad a^2 = a^2\,7,717$

a caldo

$h = 0,533 - 0,533 - 0,532$ cm.
$f = 0,26$ mm. $F = 0,47$ mm.
$hc = 0,525 \qquad a^2 = 3,692 \quad \frac{a^2 s}{2} = 1,418$

$N = 12,3.$

56) *Isobutirrato propilico* $C_7 H_{14} O_2$

Volume molecolare: $t^o = 134,8$ $B_0 = 760,3$

$V_4 = 7,6863$

$P = 5,7237$

$D_4^{134,8} = 0,7446$

$\frac{M}{D} = 174,20$

a freddo $t^o = 5,7$

$h = 0,848 - 0,849$ cm.

$f = 0,31$ mm. $F = 0,50$ mm.

$hc = 0,840$ $a^2 = 5,906$

a caldo

$h = 0,512 - 0,513 - 0,512$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,504$ $a^2 = 3,544$ $\frac{a^2 s}{2} = 1,319$

$N = 10,2.$

57) *Isobutirrato isobutilico* $C_8 H_{16} O_2$

Volume molecolare: $t^o = 148,5 - 149,5$ $B_0 = 759,2$

$V_4 = 7,7384$

$P = 5,6342$

$D_4^{149} = 0,7249$

$\frac{M}{D} = 198,20$

a freddo $t^o = 7,9$

$h = 0,837 - 0,837$ cm.

$f = 0,28$ mm. $F = 0,48$ mm.

$hc = 0,829$ $a^2 = 5,829$

a caldo

$h = 0,489 - 0,487 - 0,487$ cm.

$f = 0,23$ mm. $F = 0,43$ mm.

$hc = 0,479$ $a^2 = 3,368$ $\frac{a^2 s}{2} = 1,220$

$N = 8,5.$

58) *Valerianato metilico* $C_6 H_{12} O_2$

Volume molecolare: $t^o = 115 - 116$ $B_0 = 755,1$

$V_4 = 7,6834$

$P = 5,9957$

$D_4^{115} = 0,7803$

$\frac{M}{D} = 148,32$

a freddo $t = 14,2$

$h = 0,819 - 0,819$ cm.

$f = 0,30$ mm. $F = 0,51$ mm.

$hc = 0,810$ $a^2 = 5,696$

a caldo

$h = 0,556 - 0,557 - 0,556$ cm.

$f = 0,26$ mm. $F = 0,47$ mm.

$hc = 0,548$ $a^2 = 3,853$ $\frac{a^2 s}{2} = 1,503$

$N = 12,9.$

59) *Valerianato etilico* $C_7 H_{14} O_2$

Volume molecolare $t^o = 133 - 134$ $B_0 = 758,4$

$V_4 = 7,7306$

$P = 5,7970$

$D_4^{133} = 0,7498$

$\frac{M}{D} = 172,99$

a freddo $t = 14,5$

$h = 0,824 - 0,824$ cm.

$f = 0,30$ mm. $F = 0,51$ mm.

$hc = 0,816$ $a^2 = 5,738$

a caldo

$h = 0,520 - 0,519 - 0,520$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,512$ $a^2 = 3,600$ $\frac{a^2 s}{2} = 1,349$

$N = 10,8.$

60) *Valerianato propilico* $C_8 H_{16} O_2$

Volume molecolare: $t = 155,5 - 156$ $B_0 = 760,5$

$V_4 = 7,7101$

$P = 5,6284$

$D_4^{155} = 0,7300$

$\frac{M}{D} = 196,82$

a freddo $t^o = 15$

$h = 0,841 - 0,841 - 0,840$ cm.

$f = 0,31$ mm. $F = 0,52$ mm.

$hc = 0,833$ $a^2 = 5,857$

a caldo

$h = 0,500 - 0,498 - 0,499$ cm.

$f = 0,25$ mm. $F = 0,46$ mm.

$hc = 0,492$ $a^2 = 3,459$ $\frac{a^2 s}{2} = 1,262$

$N = 8,8.$

Se vogliamo indagare quale fiducia meritino i risultati ottenuti col metodo esposto, noi dobbiamo anzi tutto fare astrazione da due cause perturbatrici dei risultati che, del resto, non sono dipendenti dal metodo impiegato.

Il peso specifico al punto di ebollizione che concorre al calcolo delle costanti, è molto influenzato dalla purezza più o meno grande delle sostanze, e può inoltre contenere gli errori attribuitigli nella mia Memoria antecedente. Ammettendo che tutti gli errori esagerati allora ammessi si fossero verificati, e di più ammettendo che essi tutti agissero nello stesso senso, questo produrrebbe una variazione di 0,0008 unità nel peso specifico e di 0,002 unità nella costante $\frac{a^2 s}{2}$; però nella nostra costante $\frac{a^2 s}{2m}$, non se ne risentirebbe ancora la quarta cifra decimale. Dimodochè in $N = 1000 \frac{a^2 s}{2}$, rimarrebbe inalterata la prima cifra decimale, oltre la quale sarebbe illusorio spingere i calcoli.

L'altra causa perturbatrice fu già discussa. Come dissi, se non si aspetta un

certo tempo colle letture, finchè lo strato superficiale dei menischi si sia evaporato ed abbia eliminata l'aria dalle branche del tubetto, e finchè le letture diventino perfettamente costanti, si può incorrere in un errore più o meno grande.

Ma siccome tutte le misure qui riferite, sono fatte tenendo ampio conto di questa osservazione, e che di più un grandissimo numero di osservazioni furono ripetute più volte a distanze di 4 o 5 settimane, spesso con campioni di diversa provenienza, ottenendo sempre risultati pressocchè identici, e che inoltre per ogni sostanza furono fatte moltissime letture concordanti, delle quali non si sono riferite sempre che alcune per non aumentare di troppo la quantità di cifre, io non credo che da questo lato siano da temersi seri errori. Ma ciò non ostante supponiamo che nelle altezze direttamente misurate vi sia ancora rimasto un errore, certo esageratissimo di 0,1 mm. il quale moltiplicandosi per la costante $\frac{rR}{R-r}=0,7032$, porterebbe all'a^2 una variazione di 0,07 millimentri, e alla costante N un cambiamento di circa 3 unità nell'ultima cifra.

Finalmente vi sono gli errori di lettura col catetometro, ma siccome in tutti i casi si sono ripetute un gran numero di volte le singole letture, io non credo che in queste misure dirette vi possa essere rimasto un errore superiore a 0,04 mm., che porterebbe all'a^2 una variazione di 0,003 mm., ed alla costante N finalmente un aumento di $\pm 1,5$ unità dell'ultima decimale.

Se ora supponiamo che tutte queste deviazioni si siano verificate, ed abbiano agito nello stesso senso, noi avremo:

Per a^2 una variazione di 0,073 mm., ossia del 1,75 % relativamente di valori medi di questa costante.

Per $\frac{a^2 s}{2m}$ una variazione di 0,00045 unità.

Per $N = 1000 \frac{a^2 s}{2m}$ una variazione di 0,45 unità al più.

Siccome i valori di N variano tra 7,7 e 59,8 unità, non si può dire di quanto per cento sarebbe la variazione, salvo che si volesse prendere un valore medio di N, p. es. 39, nel quale caso la variazione sarebbe di circa 1,27, ma questa indicazione non avrebbe che ben poco valore reale.

Discussione di alcuni risultati sperimentali.

Col variare della temperatura, varia, come sappiamo, il valore della costaate a^2 e siccome dalle mie osservazioni, conosco questa costante, tanto alla temperatura dell'ambiente, come a quella dell'ebollizione dei liquidi, posso con facilità calcolare di quanto essa ha variato per ogni grado di aumento di temperatura.

Chiamerò questo coefficiente: « il coefficiente medio di depressione capillare per ogni aumento di temperatura di un grado ».

Questo coefficiente è diverso per i diversi liquidi, ed è regola generale che diminuisce col crescere del peso molecolare, ossia col salire in una data serie omologa.

Riferirò alcuni esempî per far vedere la costanza colla quale si verifica questa dipendenza del coefficiente di depressione capillare dal peso molecolare.

Benzina		0,0235 mm. per ogni grado		
Toluene		0,0213 »		
Xileni	1,2	0,0192 »		
	1,3	0,0192 »	Etilbenzina	0,0198
	1,4	0,0191 »		
Propilbenzina		0,0189 »	Mesitilone	0,0183
			Etiltoluene	0,0184
Cinene		0,0183 »		

Esane	0,0250 mm. per 1° grado
Octane	0,0225 »
Decane	0,0193 »

Formiato	etilico	0,0211 mm.	per 1° grado
»	propilico	0,0188 »	
»	butilico	0,0184 »	
»	amilico	0,0175 »	
Acetato	metilico	0,0249 »	
»	etilico	0,0213 »	
»	propilico	0,0193 »	
»	butilico	0,0181 »	
»	amilico	0,0173 «	
Propionato	metilico	0,0211 »	
»	etilico	0,0200 »	
»	propilico	0,0191 »	
»	butilico	0,0181 »	
»	amilico	0,0172 »	
Butirrato	metilico	0,0199 »	
»	etilico	0,0190 »	
»	propilico	0,0181 »	
»	butilico	0,0177 »	
Isobutirrato	metilico	0,0195 »	
»	etilico	0,0192 »	
»	propilico	0,0183 »	
»	butilico	0,0174 »	
Valerianato	metilico	0,0182 »	
»	etilico	0,0179 »	
»	propilico	0,0170 »	

Sebbene questo coefficiente di depressione non sia esattamente valevole che tra la temperatura dell'ambiente e quella dell'ebollizione, ciò non ostante mi voglio permettere di applicarlo a temperature superiori a quest'ultima, per calcolare, almeno approssimativamente la temperatura critica delle diverse sostanze.

Quel che principalmente caratterizza il punto critico, è la mancanza di qualunque fenomeno di capillarità. Conoscendo a^2 per il punto di ebollizione, e dividendola per il coefficiente di depressione capillare, il quoziente ci indicherà il numero di gradi da aggiungersi alla temperatura di ebollizione del liquido, per trovare il punto dove $a^2 = o$; ossia il punto critico.

Ultimamente Pawlewsky ha fatto un diligente studio sulle temperature critiche degli eteri composti, ed io scelgo alcuni dei suoi dati come termini di confronto.

Si vedrà che le temperature critiche dedotte dal coefficiente di depressione, non concordano che poco bene con quelle determinate direttamente, ma questo non poteva aspettarsi diversamente, quando mediante un coefficiente, valevole per un tratto piuttosto breve di una curva (che per di più io considero come una retta), si opera una estrapolazione per un tratto tre o quattro volte più lungo di quello che ha servito alla deduzione del coefficiente stesso:

	t^o critica calcol.	t critica trovata da Pawlewsky
Acetato metilico	238°	239,8°
Acetato etilico	275°	256,5°
Propionato metilico	281°	262,7°
Propionato etilico	296.	280,6°
Propionato propilico	320°	304,8°
Propionato isobutilico	324°	318,7°

Come già esposi nell'introduzione alla presente memoria, lo scopo suo principale sarà quello di cercare un nesso tra il valore delle costanti capillari dei liquidi al loro punto di ebollizione, e la natura e costituzione chimica di questi stessi liquidi.

Per conseguire il nostro intento, la strada più adattata sarà di istituire un confronto tra le costanti di quei liquidi che per la loro composizione, e specialmente per la loro costituzione chimica si possano ritenere confrontabili.

Anzitutto però per vedere se vi sia qualche nesso tra i pesi molecolari e la costante capillare a^2, confrontiamo i valori di sostanze a pesi molecolari uguali, senza essere per nulla confrontabili chimicamente.

		P. Mol.	t^o di eboll.	a^2
Alcool isobutilico	$C_4 H_{10} O$	73,84	106,4	4,416
Formiato etilico	$C_3 H_6 O_2$	73,83	53,6	4,528
Etere	$C_4 H_{10} O$	73,84	34,6	4,521
Alcool allilico	$C_3 H_6 O$	57,87	96,4	5,006
Acetone	$C_3 H_6 O$		56,6	5,189
Alcool isoamilico	$C_5 H_{12} O$	87,81	131,3	4,289
Dimetiletilcarbinol	$C_5 H_{12} O$		101,8	4,283
Propionato metilico	$C_4 H_8 O_2$	87,80	79,3	4'289

Si vede che queste sostanze di natura chimica diversissima, ma di peso molecolare uguale, hanno degli inalzamenti capillari, se non uguali, almeno molto vicini, dimodochè non possiamo dubitare ch'essi stiano in un qualche rapporto coi pesi molecolari.

Quale sia questo rapporto, cercherò di chiarirlo subito, confrontando sostanze isomere confrontabili e ordinandole secondo i loro punti di ebollizione in ordine discendente:

	t^o di eboll.	a^2	N
Acetato metilico	55,2	4,556	27,2
Formiato etilico	53,6	4,528	26,8
Formiato propilico	87,5	4,485	20,6
Propionato metilico	79,5	4,289	20,6
Acetato etilico	75,5	4,268	20,2
Butirrato metilico	103	4,036	15,9
Acetato propilico.	102	4,022	15,6
Propionato etilico , ...	99	3,930	15,6
Propionato propilico	121,5	3,804	12,6
Butirrato etilico	119	3,769	12,5
Formiato isamilico.	123,5	4,064	13.3
Acetato isobutilico.	112,8	3,923	12,8
Propionato amilico.	160,5	3,459	8.8
Butirrato isobutilico	157	3,417	8,6
Alcool propilico	97,1	4,718	29
Alcool isopropilico	81,3	4,592	28,2
Butirrato metilico	103	4,036	15,9
Isobutirrato metilico. . . .	92,4	3,965	15,7
Butirrato etilico	119	3,769	12,5
Isobutirrato etilico.	110	3,692	12,2
Butirrato propilico	143	3,621	10,4
Isobutirrato propilico	135	3,544	10,2
Butirrato isobutilico	157	3,417	8,6
Isobutirrato isobutilico . .	149	3,368	8.5

Questa tavola ci insegna che:

« Nella serie grassa, tra isomeri confrontabili, quello a punto d'ebollizione più « elevato ha l'inalzamento (a^2) maggiore, e maggiore anche il numero di molecole « sollevate (N) ».

Se consideriamo invece la tavoletta che qui segue:

	t^o di eboll.	a^2	N
Xileni { orto	141	4,437	16,0
Xileni { meta	139,2	4,437	15,9
Etilbenzina	135,9	4,495	16,2
Mesitilene	165	4,085	12,6
Etiltoluene	161,8	4,184	12,9
Propilbenzina.	158,7	4,219	13,0

troviamo: « Nella serie aromatica tra idrocarburi isomeri, quello a punto di ebol- « lizione più elevato, ha l'inalzamento (a^2) minore, e minore il numero di molecole sollevate (N) ».

Queste due deduzioni trovano un esattissimo riscontro in due altre di suono quasi identico, contenute nella mia memoria sui volumi molecolari, e che esprimono le relazioni che passano tra i volumi specifici ed i punti di ebollizione delle sostanze appartenenti alla serie grassa ed alla serie aromatica.

Da quanto si è visto dobbiamo necessariamente concludere, che l'inalzamento a^2 dipende essenzialmente dalla concatenazione degli atomi nell'interno della molecola, e perciò anche dalla natura chimica della sostanza.

Dunque: L'inalzamento a^2 non è solo una funzione del peso molecolare, ma dipende:

1. Dal peso molecolare, che essendo uguale produce inalzamenti non molto diversi.
2. Dalla natura chimica delle sostanze, perchè corpi isomeri, ma non confrontabili, hanno degl'inalzamenti che non seguono in niente le regolarità relative ai punti di ebollizione che si osservano tra isomeri confrontabili, e perciò a^2 dipende.
3. Dalla concatenazione degli atomi nella molecola.

Sulla deduzione delle costanti capillari dai pesi molecolari.

La costante $N = 1000 \frac{a^2 s}{2m}$, comprendendo per ogni sostanza tre dati fisici di grande importanza, sarà per lo studio nostro assai più adatta che non la sola elevazione capillare a^2. Perciò in quel che segue ci riferiremo esclusivamente a questa nuova costante.

Nella tavola antecedente abbiamo visto che due sostanze isomere e perfettamente confrontabili non danno gli stessi valori per N, i quali differiscono sempre di alcune unità nella prima decimale, ossia, essendo $N = 1000 \frac{a^2 s}{2m}$, nella quarta decimale del valore genuino.

Abbiamo visto bensì che queste differenze seguono una certa legge rispetto ai punti di ebollizione delle sostanze, ma essendo quelle differenze sempre piccole rispetto alle differenze tra i valori degli N, appartenenti a sostanze di una stessa serie omologa, ammettiamo per ora come cosa approssimativa che, per sostanze isomere, vi sia lo stesso numero di molecole sollevate.

Del resto se tra i diversi valori di N, corrispondenti ad un gruppo di isomeri, noi prendessimo la media e con questa ricalcolassimo a^2, troveremmo per queste dei valori vicinissimi a quelle delle diverse sostanze isomere.

Se ora sul quadro generale dei risultati, annesso a questa memoria, cerchiamo tutte le diverse sostanze che forniscono un valore di N uguale p. es. a 16,0, troviamo:

Esane . . . . $C_6 H_{14}$ $N = 16{,}1$

Xileni e Etilbenzina $C_8 H_{10}$ $N = \begin{cases} 16{,}0 \\ 15{,}9 \\ 15{,}8 \\ 16{,}2 \end{cases}$

Eteri della formola $C_5 H_{10} O_2$ $N = \begin{cases} 15{,}8 \\ 15{,}6 \\ 15{,}6 \\ 15{,}9 \\ 15{,}7 \end{cases}$

Il che vuol dire che sostanze delle formole:

$C_6 H_{14}$ $C_8 H_{10}$ $C_5 H_{10} O_2$

sono tra loro equivalenti rispetto al numero di molecole sollevate.

$C_6 H_{14}$ si distingue da $C_8 H_{10}$ per C_2 in meno e H_4 in più, ossia rispetto alla costante N:

$$2C = 4H$$

$C_8 H_{10}$ si distingue da $C_5 H_{10} O_2$ per C_3 in più e O_2 in meno, ossia rispetto alla costante N:

$$3C = 2O$$

Vediamo se queste equivalenze non fossero causali e prendiamo un altro caso. Scegliamo per esempio tutte quelle sostanze il di cui N sia uguale a 10,5 circa.

Dibutile	$C_8 H_{18}$	N = 10,5
Cimene	$C_{10} H_{14}$	N = 10,4
Eteri della formola	$C_7 H_{14} O_2$	N = 10,6; 10,2; 10,4; 10,2; 10,8

Che vuol dire che sostanze delle formole:

$C_8 H_{18}$ $C_{10} H_{14}$ $C_7 H_{14} O_2$

sono equivalenti rispetto al numero di molecole sollevate.

$C_8 H_{18}$ si distingue da $C_{10} H_{14}$ per C_2 in meno e H_4 in più, ossia rispetto alla costante N:

$$2C = 4H$$

$C_{10} H_{14}$ si distingue da $C_7 H_{14} O_2$ per C_3 in più e O_2 in meno, ossia rispetto alla costante N:

$$3C = 2O$$

Prendiamo ora per esempio quelle sostanze che forniscono N circa uguale a 27.

Benzina	$C_6 H_6$	N = 27,3
Eteri della formola	$C_3 H_6 O_2$	N = 27,2; 26,8

$C_6 H_6$ differisce da $C_3 H_6 O_2$ per C_3 in più e O_2 in meno. Dunque:

$$3C = 2O$$

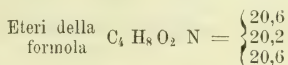
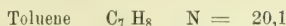
Come nuovo esempio prenderemo la serie di quelle sostanze che danno N = 13 circa:

Idrocarburi	$C_9 H_{12}$	N = 13; 12,9; 12,6
Eteri della formola	$C_6 H_{12} O_2$	N = 13,3; 12,8; 12,6; 12,5; 12,9

$C_9 H_{12}$ differisce da $C_6 H_{12} O_2$ per C_3 in più e O_2 in meno. Dunque:

$$3C = 2O$$

Le sostanze che hanno N = 20,3 circa sono:

Toluene	$C_7 H_8$	N = 20,1
Eteri della formola	$C_4 H_8 O_2$	N = { 20,6 / 20,2 / 20,6

$C_7 H_8$ differisce da $C_4 H_8 O_2$ per C_3 in più e O_2 in meno. Dunque:

$$3C = 2O.$$

Questi esempî basteranno per provare, che queste equivalenze non sono causali, ma che realmente un dato numero di atomi di una specie, può sostituirsi mediante un dato numero di atomi di un'altra specie, senza che avvenga una variazione maggiore nelle costanti capillari, di quella che si osserva tra sostanze isomere confrontabili. Variazione che, come si è visto, è sempre piccola.

Dalle equivalenze:

$$2C = 4H \quad e \quad 3C = 2O$$

possiamo rilevare queste altre, più adatte ai nostri scopi:

$$C = 2H$$
$$O = 3H$$

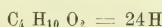
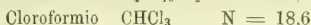
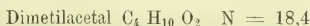
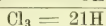
Equivalenze che ci mettono in grado di sostituire alla formola molecolare di qualunque sostanza, contenente carbonio, idrogeno e ossigeno, un dato numero di atomi d'idrogeno che, se esistesse realmente allo stato di molecola, formerebbero una sostanza che al punto di ebollizione mostrerebbe la stessa costante capillare N, come la sostanza proposta.

Ora possiamo dire che due sostanze dando uguali valori della costante N debbono essere esprimibili, mediante le nuove equivalenze, da uno stessó numero di H, e con questo concetto possiamo cercare di allargare la cerchia delle equivalenze trovate e di estenderle, se sarà possibile, anche all'atomo di cloro.

Dimetilacetal	$C_4 H_{10} O_2$	N = 18,4
Cloroformio	$CHCl_3$	N = 18,6

$$C_4 H_{10} O_2 = 24H$$
$$CH = 3H$$

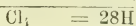
Per ciò:

$$Cl_3 = 21H \qquad Cl = 7H$$

Dunque un atomo di cloro, rispetto alle costanti capillari, equivarrebbe a 7 atomi d'idrogeno. Ma questo numero potrebbe essere casuale, perciò prendiamo un altro esempio e consideriamo il valore in H del cloro nel Tetracloruro di carbonio.

Formiato amilico	$C_6 H_{12} O_2$	N = 13,3
Tetracloruro di carbonio	CCl_4	N = 13,3

$$C_6 H_{12} O_2 = 30H$$
$$C = 2H$$

perciò:

$$Cl_4 = 28H \qquad Cl = 7H$$

Prendiamo un altro caso:

Formiato propilico $C_4 H_8 O_2$ N = 20,6
Cloruro di etilidene $C_2 H_4 Cl$ N = 20,8

$$C_4 H_8 O_2 = 22H$$
$$C_2 H_4 = 8H$$

perciò: $Cl_2 = 14H \qquad Cl = 7H$

Secondo il mio parere questi fatti bastano per potere accettare come bene stabilite le equivalenze:

$$C = H_2 \qquad O = H_3 \qquad Cl = H_7$$

che ci dovranno servire per fare un passo assai importante.

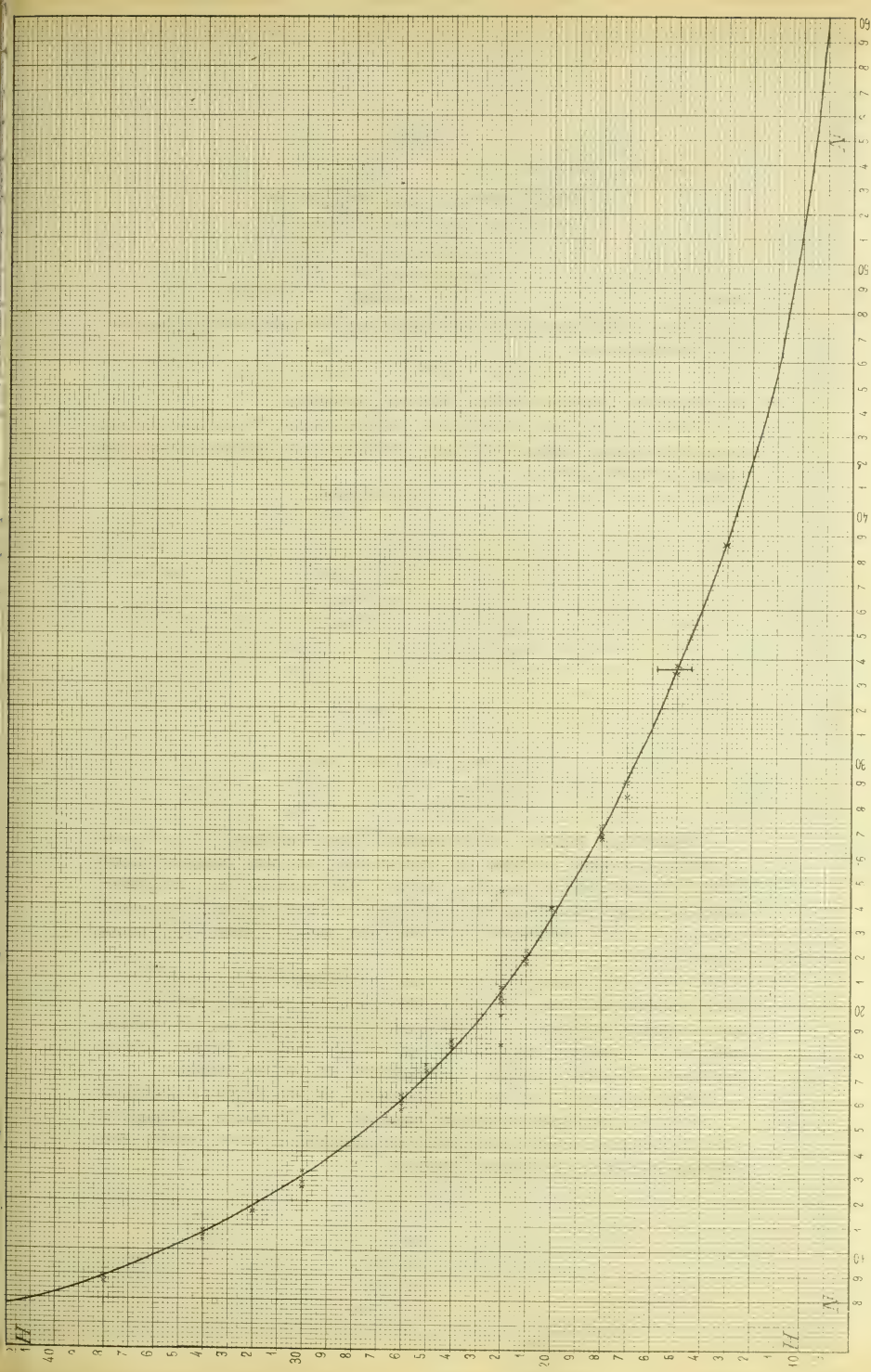
Esprimendo ora i pesi molecolari di un certo numero di sostanze studiate, mediante un numero equivalente di atomi d'idrogeno, noi possiamo formare, per esempio, la tabella seguente:

	H	N
$C H_4 O$ =	H_9	59,8
$C_2 H_6 O$ =	H_{13}	38,4
$C_3 H_8 O$ =	H_{17}	29,0
$C_3 H_6 O_2$ =	H_{18}	27,0
$C_4 H_8 O_2$ =	H_{22}	20.4
$C_8 H_{10}$ =	H_{26}	16,1
$C_9 H_{12}$ =	H_{30}	13,1
$C_8 H_{18}$ =	H_{34}	10,5
$C_8 H_{16} O_2$ =	H_{38}	8,7
$C_{10} H_{22}$ =	H_{42}	7,7

Prendendo per ordinate i diversi numeri di atomi d'idrogeno (H), e per ascisse il numero di molecole sollevate (N), corrispondenti ad ogni valore di H, possiamo facilmente stabilire una curva, che non solo esprimerà tutti i dati impiegati per tracciarla ma che *esprime altresì e con la stessa esattezza i risultati di tutte quante le mie osservazioni* che si riferiscono, come si è visto, a 60 sostanze diverse.

La curva così ottenuta è tracciata sulla rete millimetrica della tavola unita a questa memoria. Con essa, data una sostanza qualunque, contenente carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, si può, dopo trasformata la formola molecolare delle sostanze, mediante le equivalenze sopra discusse, nel suo equivalente in idrogeno, rilevare direttamente la costante capillare N corrispondente alla sostanza proposta.

Determinare cioè a priori il numero di molecole sollevate al punto di ebollizione.

Se poi di questa sostanza fosse già conosciuto a^2 o il volume molecolare al punto di ebollizione, si potrà con grande approssimazione calcolare a priori il valore dell'altra delle due costanti, ancora ignota.

Per far vedere con quanta esattezza la mia curva esprima i dati sperimentali, darò qui per un buon numero di sostanze i valori di N trovati sperimentalmente, e quelli calcolati mediante la curva.

		N				N	
		trovato	calcolato			trovato	calcolato
1	Alcool metilico. .	59,8	59,8	25	Acetato propilico. .	15,6	
2	» etilico. . .	38,5	38,6	26	Propionato etilico .	15,6	16,0
3	» allilico . .	33,8	33,7	27	Butirrato metilico .	15,9	
4	Acetone.	33,6	33,7	28	Isobutirrato metilico	15,7	
5	Alcool propilico .	29	29,0	29	Propilbenzina. . . .	13,0	
6	Formiato etilico .	26,8		30	Etiltoluene	12,9	
7	Acetato metilico .	27,2	27,0	31	Mesitilene	12,6	
8	Benzina.	27,3		32	Tetracloruro carbonio	13,3	
9	Cloruro propilico.	23.8	23,4	33	Formiato amilico. .	13,3	13,0
10	Alcool isobutilico	21,7	21,9	34	Acetato butilico . .	12,8	
11	Toluene.	20,1		35	Propionato propilico	12,6	
12	Acetato etilico . .	20,2		36	Butirrato etilico . .	12,6	
13	Formiato propilico	20,6	20,5	37	Valerianato metilico	12,9	
14	Propionato metilico	20,6		38	Caprilene.	11,5	11,7
15	Cloruro d'etilidene	20,8		39	Octane	10,5	
16	Dimetilacetal. . .	18,4	18,1	40	Acetato amilico . .	10,6	
17	Cloroformio. . . .	18,6		41	Cimene	10,4	10,6
18	Alcool amilico . .	17,4	17,1	42	Butirrato propilico .	10,4	
19	Esane.	16,1		43	Valerianato etilico .	10,8	
20	Xileni 1,2	16,0		44	Propionato amilico .	8,8	
21	» 1,3	15,9	16,0	46	Butirrato butilico .	8,6	8,8
22	» 1,4	15,8		46	Isobutirrato butilico	8,5	
23	Etilbenzina	16,2		47	Valerianato propilico	8,8	
24	Formiato butilico.	15,8		48	Diisoamile	7,7	7,7

Credo che questi esempî basteranno per far vedere con quanta approssimazione le osservazioni sono rese dalla nostra curva. Riguardo alle piccole deviazioni che vi si scorgono, farò osservare:

1. Sul valore di N si concentrano tutti gli errori provenienti dalla determinazione delle costanti capillari, dei pesi specifici al punto di ebollizione, e specialmente dalle impurità delle sostanze che, con tutte le cure, non saranno sempre evitabili.

2. Le differenze osservate non sono maggiori di quelle che, come abbiamo visto, s'incontrano tra tutte le sostanze isomere e chimicamente confrontabili.

Tra tutte quante le mie numerose osservazioni, non ve ne sono che due dei quali i valori trovati si distacchino sensibilmente da quelli forniti dalla curva. L'amilene sebbene fornisca $N = 22$ mentre si calcolerebbe $N = 23,4$, non lo posso considerare come una eccezione, giacchè esso contiene quantità notevoli di Pentane secondario, che non si può assolutamente separarne e che deve necessariamente abbassare assai il valore della costante N.

Le due eccezioni osservate sono:

Diallile trovato 18,3 calcolato 20,5

Cloruro di etilene trovato 24,6 calcolato 20,5

Sia una impurità nel Diallile oppure la presenza delle due lacune nella molecola,

non lo saprei dire, ma in quanto al cloruro di etilene, credo che ulteriori studî potranno facilmente risolvere la quistione. Il suo isomero il cloruro di etilidene dà un valore perfettamente regolare.

Prendendo come si è visto $Cl = H_7$ e, trasformando la molecola $CH_3 — CHCl_2$ nel suo equivalente in H, si rileva dalla curva N = 20,5 mentre l'osservazione fornisce N = 20,8.

L'equivalenza $Cl = H_7$ è stata stabilita partendo da sostanze diversissime sì, ma sempre però tali che contenessero, o un solo atomo di cloro, oppure alcuni di questi ma tutti attaccati ad uno stesso atomo di carbonio, mentre nel cloruro di etilene abbiamo due atomi di cloro legati a due carbonî diversi.

Gli studî sui volumi molecolari dei composti clorurati fatti da Staedel, hanno dimostrato che il contributo portato al volume totale della molecola, ossia l'equivalente in volume dell'atomo di cloro isolato o legato insieme ad altri ad uno stesso atomo di carbonio, è diversissimo dal valore dell'atomo di cloro che entrasse in una molecola contenente già del cloro, ma andasse a legarsi ad un atomo di carbonio ancora libero da questo elemento.

La straordinaria differenza nei volumi molecolari dei due isomeri sopraddetti, attesta quanto dico:

$$\text{Vol. } CH_2Cl — CH_2Cl = 85{,}24$$
$$\text{Vol. } CH_3 — CHCl_2 = 88{,}55$$

È dunque assai probabile che anche rispetto alle costanti capillari, il cloro, secondo la sua funzione nella molecola, possa avere dei valori (in H) diversi, come possiede tre valori in volume diversissimi, e che un atomo di cloro, entrando in una molecola già contenente di questo elemento, e fissandosi ad un carbonio ancora intatto, non sia equivalente a 7H, ma ad un numero di H un poco minore. Come dissi, con un nuovo materiale sperimentale che già sto preparando, sarà facile discutere queste ed altre quistioni qui ancora non accennate.

Considerando il grande numero di osservazioni fatte, e considerando di più che per un grande numero di sostanze, prima di studiarle io aveva, mediante la curva, determinate a priori le diverse costanti capillari, e sempre l'osservazione diretta corrispondeva esattamente alla deduzione teorica, io credo che si debba ammettere come un fatto sicuro che *dalla semplice formola chimica si possa a priori e con grande approssimazione calcolare le costanti capillari dei liquidi al loro punto di ebollizione.*

Rimane ancora da fare qualche osservazione sulla natura e sulle proprietà della nostra curva risolutiva.

Osservando la forma e l'andamento della curva si rimane colpiti dalla tendenza che mostra nelle sue estremità da farsi quasi parallela alle sue coordinate, ossia all'asse degli N e all'asse degli H. Il suo significato si potrebbe forse esprimere in parole dicendo:

Per pesi molecolari (ridotti in H) molto elevati, il numero di molecole sollevate tende a divenire piccolissimo, decrescendo però assai lentamente, mentre per pesi molecolari (in H) piccoli, il numero delle molecole sollevate tende rapidamente a divenire infinitamente grande. Difatti noi vediamo che da H_{13} a H_9, per una

diminuzione di 4 unità nell'ordinata, abbiamo un aumento di circa 22 unità nelle ascisse. Ma se sulla ordinata scendiamo di altre 4 unità, se prendessimo cioè il valore di N corrispondente ad H_5, troveremmo un aumento enormemente maggiore.

L'acqua H_2O ridotta in idrogeno è uguale a 5 H. Dalla formola di Frankenheim per i valori di a^2 dell'acqua alle diverse temperature:

$$15{,}336 - 0{,}02751\,t - 0{,}000014\,t^2$$

si rileva

$$a^2 \text{ a } 100^\circ = 12{,}445 \qquad \frac{a^2 s}{2} = 5{,}965 \qquad \text{N} = 337{,}16$$

Dunque da H_{13} a H_9 N aumenta di 22
da H_9 a H_5 N aumenta di 277,1

In quel che segue, per maggiore brevità, chiamerò:

y = l'asse degli N.
x = l'asse degli H.

Era mio desiderio di esprimere la mia curva mediante una equazione che desse i valori delle ascisse per tutti i valori conosciuti delle ordinate, ed ebbi perciò ricorso al solito metodo dei minimi quadrati.

Tentai varie espressioni della forma;

$$y = a - bx - cx^2 - dx^3$$

introducendo prima i soli quadrati, poi i cubi, e finalmente le quarte potenze delle ordinate nel calcolo senza riescire nel mio intento.

Dopo una lunga serie di tentativi mi fu dato di costatare ch'essa è una curva logaritmica della quale facilmente si lascia determinare l'equazione. Prima però di dare l'espressione trovata bisogna che aggiunga una osservazione.

Nel mio materiale sperimentale vi sono 58 sostanze che, ridotte in idrogeno, forniscono dei valori di H uniformemente distribuite tra H_{15} e H_{42}, ma non posseggo che due sole sostanze che, ridotte in idrogeno, diano dei valori inferiori a H_{15}.

Esse sono:

Alcool etilico = H_{13} N = 38,5
Alcool metilico = H_9 N = 59,8

Per tutto il trattato della curva da N = 33,7 fino a N = 60, non vi sono dunque che due sole osservazioni ed è impossibile che con queste la curva sia tracciata esattamente, tanto che mi sono deciso nel calcolo della curva di abbandonare queste due osservazioni tra loro tanto discoste, e di cominciare il calcolo al punto N = 33,7, che sul disegno è stato segnato con una piccola linea perpendicolare.

L'espressione dunque che rende perfettamente tutto l'andamento della curva è la seguente:

$$y = \frac{e^{6{,}482928 - 0{,}0167628\,x}}{x}.$$

Nella quale:

y = asse e valori della N (numero di molecole sollevate)
x = asse e valori della H
e = base dei logaritmi naturali.

Per il calcolo sarà forse più comodo di dare all'equazione quest'altra forma:

$$\log y = 2{,}8155 - 0{,}00728\,x - \log x\,.$$

Finalmente per far vedere con quanta approssimazione la curva venga resa dalla equazione offerta, trascriverò qui per i diversi valori di x, i corrispondenti valori di y trovati sulla curva e calcolati mediante la mia formola:

x	y trovato sulla curva	y calcolato colla formola generale
15	33,7	33,9
16	31,3	31,2
17	29,0	28,9
18	27,0	26,9
19	25,1	25,0
20	23,4	23,4
21	21,9	21,9
22	20,5	20,5
23	19,2	19,3
24	18,1	18,2
25	17,1	17,2
26	16	16,2
27	15,2	15,4
28	14,4	14,6
29	13,6	13,8
30	13	13,1
31	12,4	12,5
32	11,7	11,9
33	11,2	11,2
34	10,7	10,8
35	10,2	10,3
36	9,7	9,9
37	9,3	9,5
38	8,8	9,0
39	8,5	8,7
40	8,2	8,3
41	7,9	7,8
42	7,7	7.7

Abbiamo così raggiunto lo scopo che ci eravamo prefisso, di rintracciare cioè il nesso che lega il valore delle costanti capillari alla composizione delle sostanze. Abbiamo trovato una semplice formola mediante la quale, data la composizione di una sostanza. si può con grande approssimazione calcolarne a priori le costanti capillari.

Ma abbiamo anche visto che le varie sostanze chimicamente isomere, o equivalenti in virtù delle equivalenze capillari trovate, non mostrano esattissimamente la stessa costante capillare N, che cioè anche la disposizione relativa degli atomi oppure la loro funzione chimica speciale nella molecola è di una qualche, sebbene subordinata, influenza.

Lo studio di questa influenza che richiede però metodi di ricerca alquanto diversi da quelli fin qui impiegati, formeranno l'argomento di una futura memoria.

Risultati sperimentali costanti relativi al punto di ebollizione.

			a^2	$\frac{1}{2} a^2 s$	N
1	Esane normale	$C_6 H_{14}$	4,514	1,386	16,1
2	Diisobutile Octane	$C_8 H_{18}$	3,909	1,205	10,5
3	Diisoamile Decane	$C_{10}H_{22}$	3,579	1,096	7,7
4	Amilene	$C_5 H_{10}$	4,852	1,541	22,0
5	Caprilene	$C_8 H_{16}$	4,080	1,286	11,5
6	Diallile	$C_6 H_{10}$	4,627	1,504	18,3
7	Benzina	$C_6 H_6$	5,245	2,127	27,3
8	Toluene	$C_7 H_8$	4,746	1,846	20,1
9	Xilene orto 1,2	$C_8 H_{10}$	4,437	1,677	16,0
10	» meta 1,3	$C_8 H_{10}$	4,437	1,679	15,9
11	» para 1,4	$C_8 H_{10}$	4.430	1,670	15,8
12	Etilbenzina	$C_8 H_{10}$	4,495	1,710	16,2
13	Propilbenzina norm.	$C_9 H_{12}$	4,219	1,561	13,0
14	Etiltoluene	$C_9 H_{12}$	4,184	1,546	12,9
15	Mesitilene	$C_9 H_{12}$	4,085	1,506	12,6
16	Cimene	$C_{10}H_{14}$	3,839	1,391	10,4
17	Alcool metilico	$C\ H_3\ OH$	5,107	1,909	59,8
18	» etilico	$C_2 H_5\ OH$	4,782	1,765	38,5
19	» propilico	$C_3 H_7\ OH$	4,718	1,762	29,0
20	» isopropilico	$C_3 H_7\ OH$	4,592	1,702	28,2
21	» isobutilico	$C_4 H_9\ OH$	4,416	1,604	21,7
22	» isoamilico	$C_5 H_{11}OH$	4,289	1,534	17,4
23	Dimetiletilcarbinol	$C_5 H_{11}OH$	4,283	1,550	17,6
24	Alcool allilico	$C_3 H_5\ OH$	5,006	1,955	33,8
25	Cloroformio	$C\ HCl_3$	3,150	2,210	18,6
26	Tetracloruro di carbonio	$C\ HCl_4$	2,756	2,040	13,3
27	Cloruro di etilene	$C_2 H_4 Cl_2$	4,198	2,429	24,6
28	» etilidene	$C_2 H_4 Cl_2$	3,684	2,052	20,8
29	» propilico	$C_3 H_7 Cl$	4,359	1,866	23,8
30	Acetone	$C_3 H_6 O$	5,189	1,947	33,6
31	Paraldeide	$C_3 H_{12}O_3$	3,530	1,542	11,7
32	Dietilacetal	$C_6 H_{14}O_2$	3,656	1,346	11,4
33	Dimetilacetal	$C_4 H_{10}O_2$	4,002	1,639	18,4
34	Etere	$C_4 H_{10}O$	4,521	1,571	21,3
35	Formiato etilico	$C_3 H_6 O_2$	4,528	1,976	26,8
36	» propilico	$C_4 H_8 O_2$	4,485	1,811	20,6
37	» isobutilico	$C_5 H_{10}O_2$	4,149	1,615	15,8
38	» isoamilico	$C_6 H_{12}O_2$	4,064	1,540	13,3
39	Acetato metilico	$C_3 H_6 O_2$	4,556	1,010	27,2
40	» etilico	$C_4 H_8 O_2$	4,268	1,771	20,2
41	» propilico	$C_5 H_{10}O_2$	4,022	1,592	15,6
42	» isobutilico	$C_6 H_{12}O_2$	3,923	1,489	12,8
43	» isoamilico	$C_7 H_{14}O_2$	3,720	1,381	10,6
44	Propionato metilico	$C_4 H_8 O_2$	4,289	1,806	20,6
45	» etilico	$C_5 H_{10}O_2$	3,980	1,584	15,6
46	» propilico	$C_6 H_{12}O_2$	3,804	1,461	12,6
47	» isobutilico	$C_7 H_{14}O_2$	3,544	1,324	10,2
48	» isoamilico	$C_8 H_{16}O_2$	3,459	1.262	8,8

			a^2	$\frac{1}{2}a^2s$	N
49	Butirrato metilico	$C_5H_{10}O_2$	4,036	1,625	15,9
50	» etilico	$C_6H_{12}O_2$	3,776	1,454	12,6
51	» propilico.	$C_7H_{14}O_2$	3,621	1,350	10,4
52	» isobutilico	$C_8H_{16}O_2$	3,361	1,221	8,5
53	Isobutirrato metilico	$C_5H_{10}O_2$	3,965	1,595	15,7
54	» etilico.	$C_6H_{12}O_2$	3,692	1,418	12,3
55	» propilico	$C_7H_{14}O_2$	3,544	1,319	10,2
56	» isobutilico	$C_8H_{16}O_2$	3,368	1,220	8,5
57	Valerianato metilico	$C_6H_{12}O_2$	3,853	1,503	12,9
58	» etilico.	$C_7H_{14}O_2$	3,600	1,349	10,8
59	» propilico	$C_8H_{16}O_2$	3,459	1,262	8,8

LETTERATURA DELL'ARGOMENTO

Mendelejeff, Annalen di Liebig 1861, vol. 119, p. 1. — Pogendorff 1870, vol. 141, p. 618. — Comptes rendus, vol. 50, pag. 52; vol. 51, p. 97.
Mendelejeff Goutkowsky, Beiblätter I, p. 455.
Frankenheim, Annalen di Poggendorff 1847, vol. 69, p. 177. — Cohäsionslehre, Breslau 1835.
Poisson, Nouvelle théorie de l'action capillaire. Paris 1831.
Brunner, Poggendorff 1847, vol. 70, p. 481.
Wolf, Annales de Chimie et de Phys. 1857, vol. 49, p. 259.
Drion, Annales de Chimie et de Phys 1859, vol. 56, p. 221.
Wilhelmy, Pogendorff, vol. 122, p. 1; vol. 121, p. 44, vol. 119, p. 177.
Waterston, Philosoph. Magazine. Serie 4ª: vol. 15, 1858.
Bartoli, Nuovo Cimento (3) 6, p. 141, 1879.
Cantoni, Accademia dei Lincei (Atti) (3) 4, p. 74, 1880.
Mousson, Poggendorff 1871, vol. 142, p. 405.
Quincke, Poggendorff 105, 134, 135, 138, 139, 160.
Dardaux, Annales de Chimie et de Phys., Serie 5ª, t. XIII.
Buligineky, Poggendorff, 134.
Röntgen, Wiedemann's Annalen III, p. 321.
Bède, Mémoires couronnés de Bruxelles, t. XXX.
Simon, Annales de Chimie, et de Phys. Serie 3ª, vol. 32, p. 5.
Valson, » » » » » » 4ª, vol. 20, p. 361.
Decharme, » » » » » » 4ª, vol. 27, p. 228.
Pawlewsky, Berichte della Società chimica. Berlino, vol. 15, p. 2460.
Staedel, » » » » » vol. 15, p. 2559.
van der Waals, Continuität des flüssigen und gasförmigen Zustandes. Appendice

Intorno ad alcune proposizioni della teoria delle sostituzioni.

Memoria di GIOVANNI FRATTINI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 3 febbraio 1884.

Nel *Traité des substitutions et des équations algébriques* di C. Jordan (lib. II, par. 51), vien proposto di classificare i gruppi di sostituzioni secondo il valore e il numero dei loro *fattori di imprimitività.* A siffatta classificazione servirebbe di base la costanza di quei fattori. Le riflessioni che qui seguono, mentre addimostrano, ma solo incidentalmente ([1]), che la classificazione immaginata dal ch. autore non conviene a gruppi di qualsivoglia specie, danno nascita ad alcune osservazioni notevoli relative all'imprimitività dei gruppi, e queste formano l'oggetto del presente lavoro. L'appendice contiene una generalizzazione del Teorema (A) del n. 1 di questa Memoria, e, come corollario, alcune riflessioni che riguardano la importante ricerca dei sottogruppi eccezionali di gruppi dati, ed è in qualche modo indipendente dalle cose che precedono.

1. In una mia Memoria: *I gruppi transitivi di sostituzioni dell'istesso ordine e grado* (Atti della r. Acc. de' Lincei 1882-83), si dimostrano i due teoremi seguenti:

(*A*). Per ogni sottogruppo di un gruppo regolare in isomorfismo oloedrico con un dato gruppo di sostituzioni (ad es. e con egual generalità per ogni sottogruppo del gruppo potenziale di un gruppo dato) ([2]), gli elementi del gruppo regolare congiunto (del gruppo antipotenziale del gruppo dato), si distribuiscono in sistemi di imprimitività del gruppo congiunto medesimo, costituiti dai periodi ([3]), del gruppo regolare, relativi al sottogruppo. E viceversa: Ad ogni distribuzione degli elementi del gruppo regolare in isomorfismo col gruppo dato, in sistemi d'imprimitività del gruppo congiunto, corrisponde un sottogruppo del gruppo dato, i periodi

([1]) Da che la proposizione dei fattori d'imprimitività, insieme a qualche altra, fu già ripudiata dall'illustre autore in una Nota inserita nel Giornale di Matematiche ad uso degli studenti delle Università italiane (Vol. X, p. 116).

([2]) Quanto ai nomi « gruppo potenziale od antipotenziale » di un gruppo dato, si può vedere la mia Memoria sopra citata.

([3]) Ad ogni sottogruppo (g) di un gruppo dato, corrisponde un sottogruppo (g') del gruppo regolare isomorfo al dato. I varî sistemi di intransitività di (g'), sono i periodi del gruppo regolare, relativi a (g) ovvero a (g'). (Veggasi la mia Mem.)

del quale, relativi al primitivo gruppo regolare, sono costituiti dai sistemi di imprimitività del gruppo congiunto [1].

(*B*). Per ogni sottogruppo eccezionale [2] di un gruppo dato, gli elementi del gruppo Δ che si ottiene combinando il gruppo regolare isomorfo al gruppo dato con il congiunto, si distribuiscono in sistemi d'imprimitività di Δ, costituiti dai periodi (relativi al sottogruppo), dei due gruppi regolari congiunti. Viceversa: Ad ogni distribuzione degli elementi di Δ in sistemi di imprimitività corrisponde un sottogruppo eccezionale del gruppo dato, i periodi del quale (relativi ai due gruppi generatori di Δ), sono costituiti dai sistemi di imprimitività dell'istesso Δ.

2. In grazia del teorema (*A*), la proposizione che riguarda la costanza dei fattori di imprimitività [3], si ridurrebbe, applicata a gruppi regolari, alla seguente:

Se partendo da un gruppo qualsivoglia, per una serie (in generale variabile) di gruppi, tali, che ciascuno di essi e sia contenuto nel precedente, e sia tra i più generali che soddisfano a questa condizione, si finisca al gruppo 1, i quozienti ottenuti dividendo l'ordine di ciascuno dei gruppi che a mano a mano s'incontrano per l'ordine del gruppo che segue, offrono una serie costante e nel valore e nel numero dei termini.

Quest'ultima proposizione contenuta nella citata mia Memoria sotto il titolo « *Un teorema analogo a quello dei fattori di composizione* » come trasformazione d'un Teorema di Jordan, si può ancora trasformare come segue: « Se Q è un gruppo massimo (uno dei gruppi più generali) esistente nel gruppo P, il quoziente della divisione dell'ordine di P per quello di Q è un numero primo ». Debbo all'altrui gentilezza questa nuova enunciazione della precedente proposizione, non che le seguenti riflessioni che ne mostrano l'identità colla proposizione medesima. Sia: p^α. q^β, r^γ . ., il risultato che si ottiene decomponendo l'ordine μ di un gruppo G_μ ne' suoi fattori primi. Poichè il gruppo G_μ possiede una serie di gruppi d'ordine rispettivi: p^α, $p^{\alpha-1}$, $p^{\alpha-2}$,.... p, 1, e tali, che ognuno di essi sia contenuto nel precedente [4], si potrà, data la serie: G_μ, $G_{\mu'}$, $G_{\mu''}$, . . . 1, tale, che ogni gruppo della serie sia sottogruppo massimo del precedente, determinare una serie dotata dell'istessa proprietà, ma che termini con i gruppi: $\gamma_p{}^\alpha$, $\gamma_p{}^{\alpha-1}$, ... $\gamma_p{}^2$, γ_p, 1, di ordini rispettivi: p^α, $p^{\alpha-1}$, ... p^2, p, 1. La serie costante: $\frac{\mu}{\mu'}$, $\frac{\mu'}{\mu''}$, . . . $\frac{\mu^{(\rho)}}{1}$, dovrà così contenere il fattore p, α volte almeno, e similmente, il fattore q, β volte almeno ecc. E poichè il prodotto dei numeri della serie deve eguagliare l'ordine μ del gruppo G_μ, la serie si comporrebbe

[1] La corrispondenza univoca esistente fra i sottogruppi di un gruppo regolare e i sistemi di imprimitività di esso, fu poi avvertita dal sig. Walther Dyck nella Memoria: *Ueber die Zusammensetzung einer Gruppe discreter Operationen, über ihre Primitivität und Transitivität* (Mathematische Annalen. Luglio, 1883).

[2] *Ausgezeichnete Untergruppe* dei Tedeschi.

[3] Jordan, l. c. Lib. II, 51.

[4] Sylow, Annali di Clebsch V. 584-594. — Capelli, *Sopra l'isomorfismo dei gruppi di sostituzioni*. Giornale di Matematiche. Vol. XVI.

evidentemente di α fattori eguali a p, di β fattori eguali a q ecc. Essa sarebbe adunque composta di numeri primi.

3. Supponiamo ora che G_μ fosse il gruppo di una equazione, ed $F_{\mu'}$ una funzione della specie corrispondente al gruppo $G_{\mu'}$. Le funzioni simmetriche dei $\frac{\mu}{\mu'}$ valori distinti che le sostituzioni del gruppo G_μ conferirebbero alla funzione $F_{\mu'}$, sarebbero esprimibili razionalmente mediante i coefficienti dell'equazione data; i diversi valori di $F_{\mu'}$ dipenderebbero così da un'equazione di grado primo $\frac{\mu}{\mu'}$, risolta la quale si conoscerebbe $F_{\mu'}$, e con $F_{\mu'}$ la specie delle funzioni del gruppo $G_{\mu'}$. In modo analogo, e per mezzo della risoluzione di un'equazione di grado $\frac{\mu'}{\mu''}$ si conoscerebbe la specie delle funzioni del gruppo $G_{\mu''}$, e c. s. La risoluzione di un'equazione qualsivoglia dipenderebbe così da quella di equazioni aventi per gradi i fattori primi che comporrebbero l'ordine del gruppo dell'equazione medesima. Ad esempio la risoluzione dell'equazione generale del 6° grado si potrebbe ridurre alla risoluzione di un'equazione del 5° grado di due equazioni del 3° e di quattro equazioni del 2°, la qual cosa è notoriamente inammissibile.

4. La costanza dei fattori di imprimitività sarebbe dimostrabile, come tra poco vedremo, se le due proposizioni seguenti ([1]) avessero il medesimo valore:

Essendo G un gruppo transitivo le lettere del quale siano ripartibili in due modi diversi in sistemi d'imprimitività, ed $S, S_1 \ldots, T, T_1 \ldots$ le due serie di sistemi corrispondenti, si separino le lettere di ciascuno dei sistemi $S, S_1 \ldots$ in sistemi minori lasciando insieme quelle che appartengono ad un medesimo sistema della serie $T, T_1, \ldots$ e si raccolgano al contrario i sistemi T in sistemi più generali riunendo insieme quelli che hanno lettere comuni con un istesso sistema della serie $S, S_1 \ldots$

« Ciascuna delle due nuove ripartizioni in sistemi così ottenute, godrà ancora della proprietà, per la quale, ciascuna sostituzione di G surrogherà le lettere di un medesimo sistema con quelle di un medesimo sistema».

Ma la prima di queste proposizioni conduce, quando venga applicata, alla scoperta di vere e proprie ripartizioni degli elementi di un gruppo in sistemi di imprimitività derivati da coppie già note di tali sistemi, mentre la seconda conduce a vere ripartizioni soltanto nell'ipotesi che raccogliendo i sistemi (T) in sistemi più generali col riunire insieme quei sistemi (T) i quali hanno lettere comuni con i singoli sistemi (S), due nuovi sistemi quali si vogliano o siano fra loro eguali, ovvero, se diseguali, non abbiano alcuna lettera comune, la qual cosa in generale non avviene. Consideriamo ad es. le due seguenti ripartizioni degli elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6 in sistemi:

$$1, 2 — 3, 5 — 4, 6; \; 1, 3 — 2, 6 — 4, 5.$$

I sistemi di ciascuna ripartizione sono sistemi di imprimitività del gruppo transitivo:

$$1, (12)(36)(45), (13)(25)(46), (14)(26)(35), (156)(234), (165)(243).$$

([1]) La seconda delle quali fu ripudiata da C. Jordan nella Nota sopra citata.

Riunendo insieme quelle coppie di elementi della seconda ripartizione le quali hanno elementi comuni con i sistemi della prima, otterremo i sistemi:

$$(1, 3, 2, 6)\,;\ (1, 3, 4, 5)\,;\ (2, 6, 4, 5)\,;$$

i quali sono fra loro diseguali ma dotati di elementi comuni, e non offrono per conseguenza una vera [1] ripartizione in sistemi, degli elementi fondamentali.

5. Dimostreremo pertanto che, quando si sia certi in qualche modo che l'operazione di sintesi immaginata dal Jordan conduca a vere e proprie ripartizioni degli elementi di un gruppo transitivo imprimitivo in sistemi di imprimitività, si può anche esser certi dell'esistenza dei fattori d'imprimitività del gruppo medesimo [2].

Immaginiamo adunque, nell'ipotesi ammessa, una serie E, Σ_1, Σ_2, . . . di ripartizioni del sistema E delle lettere del gruppo G in sistemi di imprimitività, e supponiamo che i sistemi E, S_1, S_2, . . facciano parte ordinatamente di E, Σ_1, Σ_2, . . che ciascuno di essi sia contenuto nel precedente e sia *massimo* fra quanti soddisfano a questa condizione, vale a dire che non esista alcuna ripartizione delle lettere in sistemi, così fatta, che un sistema della ripartizione contenga $S_\varkappa$, e sia contenuto in $S_{\varkappa-1}$. Sia poi: E, Σ_1', Σ_2',... un' altra serie di ripartizioni del sistema E, e siano: S_1', S_2'...sistemi di Σ_1', Σ_2', . . ordinatamente, soggiacenti alle condizioni già imposte ad S_1, S_2, ... Sia finalmente Γ_1 il sistema delle lettere comuni ad S_1 e ad S'_1. Sarà Γ_1 (4) sistema di una ripartizione, ed i sistemi S'_1 ed S_1 saranno composti ambedue di sistemi Γ di quest'ultima [3]. Il numero delle lettere dei sistemi Γ (posto che $\frac{\mu}{n}$, $\frac{\mu}{n'}$ indichino il numero delle lettere di S_1 e di S'_1), è dato intanto da $\frac{\mu}{nn'}$. Sia infatti x il numero delle lettere dei sistemi Γ. Sarà $\frac{\mu}{nx}$ il numero dei sistemi Γ che compongono S_1. Siffatti sistemi che diremo Γ_{s_1}, appartengono ciascuno ad uno dei singoli sistemi di Σ'_1. Infatti è evidente che ciascuno dei sistemi di Σ'_1 non può contenere che un sistema Γ_{s_1} al più, unico essendo il sistema Γ comune ad S_1 e ad S'_1. Se poi taluno dei sistemi di Σ_1' fosse privo di sistemi Γ_{s_1}, riunendo insieme quei

(1) Posto: $A_1 \equiv (1, 3, 2, 6)$: $A_2 \equiv (1, 3, 4, 5)$: $A_3 \equiv (2, 6, 4, 5)$: si può dire che alla sostituzione 1 del nostro gruppo corrisponde la sostituzione 1 fra le lettere A_1, A_2, A_3, che alla sostituzione (12) (36) (45) corrisponde (A_2, A_3), alla sostituzione (13) (25) (46) la (A_1, A_2), e così: (A_1, A_3), (A_1, A_2, A_3), (A_1, A_3, A_2), alle sostituzioni: (14) (26) (45); (156) (234); (165) (243); ossia, che i sistemi A_1, A_2, A_3 sono permutati dalle successive sostituzioni del dato gruppo, siccome è indicato dalle sostituzioni: 1_1, (A_2, A_3), ecc. Ma questo fatto non basta a stabilire l'imprimitività del gruppo dato, perchè, come si disse, i sistemi A_1, A_2, A_3 non ripartiscono gli elementi del gruppo.

(2) A vero dire, ciò si dovrebbe rilevare dalla dimostrazione del teorema dei fattori d'imprimitività data da Jordan, la quale credo soltanto infirmata dalla inesistenza della supposizione che qui si fa. Ho stimato tuttavia opportuno esporre una meno complicata dimostrazione di quel teorema. L'orditura della nuova dimostrazione mi fu poi suggerita dalla lettura del teorema dei fattori di composizione nella *Substitutionentheorie* di E. Netto.

(3) Stante la transitività del gruppo G è facile dimostrare che se un sistema relativo a una certa ripartizione fa parte di altro sistema relativo ad altra ripartizione, i sistemi di questa seconda ripartizione sono composti di sistemi della prima. E neppure occorre qui dimostrare che i sistemi di ogni ripartizione, contengono elementi in egual numero.

soli fra i sistemi di Σ_1' i quali avessero elementi comuni con S_1, si formerebbe un sistema contenuto in E [1], contenente S'_1, e relativo anch'esso a ripartizione degli elementi in sistemi di imprimitività.

Perchè adunque i sistemi Γ_{s_1}, appartengono ciascuno ad uno dei singoli sistemi di Σ'_1, il loro numero sarà n'. Avremo adunque: $\frac{\mu}{nx}=n'$, ossia: $x=\frac{\mu}{nn'}$.

Il sistema Γ_1 è inoltre massimo fra quelli che appartenendo a ripartizioni sono contenuti in S_1 o in S'_1. Si imagini infatti un sistema K relativo a ripartizione e contenente Γ_1. Esso sarà composto di sistemi Γ. Se cotal sistema fosse contenuto in S_1, il sistema S_1 sarebbe composto di sistemi della nuova ripartizione e questi alla lor volta di più d'un sistema Γ. Raccogliendo allora i sistemi di Σ'_1 aventi elementi comuni con K, si formerebbe un sistema relativo a ripartizione, contenente S'_1 e contenuto in E. Ora quest'ultimo non coinciderebbe con E, perchè K essendo minore di S_1, non conterrebbe tutti i sistemi Γ dei quali consta S_1, i quali si ritrovano ciascuno in uno dei sistemi che compongono Σ'_1.

6. Siano adunque:

$$(1)\ \mu,\ \frac{\mu}{n_1},\ \frac{\mu}{n_1 n_2}\ \text{ecc.};$$

$$(2)\ \mu,\ \frac{\mu}{n'_1},\ \frac{\mu}{n'_1 n'_2}\ \text{ecc.};$$

i numeri rispettivi di lettere dei sistemi:

$$(1')\ E,\ S_1,\ S_2,\ \text{ecc.};$$

$$(2')\ E,\ S'_1,\ S'_2\ \text{ecc.};$$

e perciò: n_1, n_2, ecc.; n'_1, n'_2 ecc.; i quozienti delle divisioni degli ordini (numeri delle lettere) dei sistemi (1') o (2') per quelli dei sistemi ad essi subordinati. Saranno:

$$(3)\ \mu,\ \frac{\mu}{n_1},\ \frac{\mu}{n_1 n'_1},\ \text{ecc.};$$

$$(4)\ \mu,\ \frac{\mu}{n'_1},\ \frac{\mu}{n_1 n'_1},\ \text{ecc.};$$

gli ordini rispettivi dei sistemi delle due serie:

$$(3')\ E,\ S_1,\ \Gamma_1\ \text{ecc.};$$

$$(4')\ E,\ S'_1,\ \Gamma_1\ \text{ecc.}$$

Ora, le serie (3) e (4) danno origine alla medesima serie di quozienti. Se adunque si potrà dimostrare che le serie (1) e (3) offrono i medesimi quozienti, e che la stessa cosa avviene rispetto alle serie (2) e (4), il teorema dei fattori d'imprimitività consistente nell'eguaglianza delle serie di quozienti relativi ad (1) e a (2) rimarrà stabilito. A tale ridotto il problema della dimostrazione, esso può dirsi semplificato, poichè le serie (1') e (3') come ancora le serie (2') e (4') sono eguali ne' primi due

[1] Per dimostrare, indipendentemente dall'essere E il sistema totale delle lettere, che il sistema in questione, sarebbe contenuto in E, basterebbe dire: Essendo S'_1 (sistema di ripartizione) contenuto in E (sistema di altra ripartizione), il sistema E è composto di sistemi di Σ'_1. Adunque, poichè S_1 è anch'esso in E, i sistemi di Σ'_1 aventi elementi comuni con S_1, saranno tutti contenuti in E. Questa osservazione servirà nel seguito della dimostrazione, quando, a parità di altre circostanze il sistema che surroga E non conterrà tutte le lettere.

sistemi anzichè nel primo soltanto. In simil guisa l'uguaglianza delle serie dei quozienti relativi ad (1') e (3') o alle serie (2') e (4') può ridursi mediante la considerazione del sistema degli elementi comuni ad S_2 e Γ_1 ovvero ad S'_2 e a Γ_1, alla dimostrazione di siffatta eguaglianza per coppie di serie fra loro eguali nei primi tre gruppi, e c. s.

7. In un esempio precedente si vide che considerando le due ripartizioni:

$$1, 2 - 3, 5 - 4, 6;\ 1, 3 - 2, 6 - 4, 5$$

degli elementi 1, 2, 3, 4, 5, 6 in sistemi di imprimitività del gruppo transitivo:

$$1,\ (12)(36)(45),\ (13)(25)(46),\ (14)(26)(35),\ (156)(234),\ (165)(243),$$

non si sarebbe ottenuta una vera e propria ripartizione riunendo le coppie di elementi della seconda ripartizione aventi elementi comuni coi sistemi della prima. Ma non così avverrebbe se si partisse dalle ripartizioni:

$$1, 5, 6 - 2, 3, 4;\ 1, 2 - 3, 5 - 4, 6,$$

perocchè in tal caso si ritroverebbe la ripartizione fondamentale: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Ora, riflettendo che il sopra scritto gruppo è il gruppo potenziale dell'altro:

$$\theta_1 = 1,\ \theta_2 = (a\, b),\ \theta_3 = (a\, c),\ \theta_4 = (b\, c),\ \theta_5 = (a\, b\, c),\ \theta_6 = (a\, c\, b)$$

e che i sistemi:

$$1, 5, 6 - 2, 3, 4;\ 1, 2 - 3, 5 - 4, 6$$

sono i periodi del gruppo congiunto al primo, relativi ai sottogruppi: $(\theta_1,\ \theta_5,\ \theta_6)$: $(\theta_1,\ \theta_2)$ del gruppo delle θ, si concluderà in grazia del teorema (*A*) (1) che alla ripartizione derivata: 1, 2, 3, 4, 5, 6, corrisponderà un gruppo contenuto nel gruppo dato (nel caso nostro il gruppo dato medesimo), derivato dai due sottogruppi:

$$(\theta_1,\ \theta_5,\ \theta_6),\ (\theta_1,\ \theta_2).$$

8. Ora vogliamo risolvere la seguente questione:

Siano:

$$S_1,\ S_2,\ S_3 \ldots\ldots S_m;\ S'_1\ S'_2,\ S'_3 \ldots\ldots S'_m$$

i periodi di due ripartizioni in sistemi di imprimitività degli elementi del gruppo antipotenziale di G_μ.

Posto: $\mu = mn = m'n'$, siano:

$$\gamma_1,\ \gamma_2, \ldots\ldots \gamma_n;\ \gamma'_1,\ \gamma'_2, \ldots\ldots \gamma'_{n'}$$

le sostituzioni di quei sottogruppi di G_μ i quali ammettono quelli delle ripartizioni (S) ed (S'), come periodi potenziali. Quali saranno le condizioni necessarie e sufficienti affinchè sia possibile una ripartizione in sistemi degli elementi del gruppo potenziale di G_μ, la quale possa ottenersi col riunire insieme i sistemi S' dotati di elementi comuni ai singoli sistemi S? Chiamiamo per brevità di linguaggio (S, S') la spartizione derivata dalle spartizioni (S) ed (S'), e riflettiamo che la condizione necessaria e sufficiente alla possibilità della spartizione (S, S'), si può esprimere come segue:

Scelti ad arbitrio due elementi σ e σ' di un medesimo sistema S'_p, se si considerano i sistemi S_u ed S_v ai quali i suddetti elementi appartengono rispettivamente, e si riuniscano insieme tutti quei sistemi S', che hanno elementi comuni con S_u e con S_v, si dovranno ottenere due serie di indici identiche, dacchè posseggono entrambe il medesimo sistema S'_p. Siano dunque M ed M' quelle sostituzioni del gruppo G_μ

gl'indici delle quali corrispondono ai numeri σ e σ'. Poichè σ e σ' appartengono per ipotesi ad un istesso periodo potenziale del gruppo delle γ', sarà:

$$M^{-1} M' = \gamma'_\omega.$$

Gli elementi di quelli fra i periodi S, i quali contengono σ e σ', saranno poi indici delle sostituzioni delle due serie:

$$M\gamma_1,\ M\gamma_2, \ldots\ldots M\gamma_n,$$
$$M'\gamma_1,\ M'\gamma_2, \ldots\ldots M'\gamma_n.$$

Pertanto, i sistemi S' i quali contengono ordinatamente gl'indici delle sostituzioni: $M\gamma_1$, $M\gamma_2, \ldots M\gamma_n$, corrispondono agl'indici delle sostituzioni delle orizzontali del quadro:

$$(m)\quad \begin{array}{l} M\gamma_1\gamma'_1,\ M\gamma_1\gamma'_2, \ldots\ldots M\gamma_1\gamma'_{n'}, \\ M\gamma_2\gamma'_1,\ M\gamma_2\gamma'_2, \ldots\ldots M\gamma_2\gamma'_{n'}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ M\gamma_n\gamma'_1,\ M\gamma_n\gamma'_2, \ldots\ldots M\gamma_n\gamma'_{n'}. \end{array}$$

E quelli che contengono gl'indici delle sostituzioni: $M'\gamma_1$, $M'\gamma_2, \ldots M'\gamma_n$, corrispondono agl'indici delle sostituzioni delle orizzontali dell'altro:

$$(m')\quad \begin{array}{l} M'\gamma_1\gamma'_1,\ M'\gamma_1\gamma'_2, \ldots\ldots M'\gamma_1\gamma'_{n'}, \\ M'\gamma_2\gamma'_1,\ M'\gamma_2\gamma'_2, \ldots\ldots M'\gamma_2\gamma'_{n'}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ M'\gamma_n\gamma'_1,\ M'\gamma_n\gamma'_2, \ldots\ldots M'\gamma_n\gamma'_{n'}. \end{array}$$

E siccome i due quadri debbono essere composti delle medesime orizzontali fra loro distinte, e quindi delle medesime sostituzioni, dovrà, per ogni possibile valore del prodotto: $M^{-1}M'$ ossia di γ'_ω, e per tutti i possibili valori degl'indici α e β, sussistere una relazione della forma:

$$M\gamma_\alpha\gamma'_\beta = M'\gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\beta 1},$$

ossia, per tutti i possibili valori degl'indici α, β, ed ω, una relazione della forma:

$$\gamma_\alpha\gamma'_\beta = \gamma'_\omega\gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\beta 1}.$$

9. Quest'ultima condizione si può anche scrivere come segue:

$$\gamma'_\omega{}^{-1}\gamma_\alpha\gamma'_\beta = \gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\beta 1}$$

o anche (perchè $\gamma'_\omega{}^{-1}$ è ancora una sostituzione arbitraria del gruppo delle γ', che potremo continuare a designare con γ'_ω):

$$\gamma'_\omega\gamma_\alpha\gamma'_\beta = \gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\beta 1}.$$

Supponiamo ora che i due gruppi (γ) e (γ') adempiano alla condizione significata dall'ultima eguaglianza. Avremo, quali si siano i numeri ω ed α:

$$\gamma'_\omega\gamma_\alpha = \gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\beta 1}\gamma'_\beta{}^{-1}:\ \text{e posto:}\ \gamma'_{\beta 1}\gamma'_\beta{}^{-1} = \gamma'_{\omega 1},$$

otterremo finalmente:

$$\gamma'_\omega\gamma_\alpha = \gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\omega 1}.$$

Viceversa, supponiamo che, quali si sieno ω ed α, sia possibile l'ultima eguaglianza. Sarà:

$$\gamma'_\omega\gamma_\alpha\gamma'_\beta = \gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\omega 1}\gamma'_\beta = \gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\beta 1},$$

quali si sieno α, β ed ω.

È così dimostrata la necessità della relazione: $\gamma'_\omega\gamma_\alpha = \gamma_{\alpha 1}\gamma'_{\omega 1}$, quali si siano ω ed α. Ed ora, a dimostrare la sufficienza di questa, noteremo, che dalla eguaglianza:

$\gamma'_\omega \gamma_\vartheta = \gamma_{\alpha_1} \gamma'_{\omega_1}$, si può inversamente dedurre, che ogni sostituzione di uno dei due quadri (m), (m'), appartiene all'altro, quando il prodotto $M^{-1}M'$ equivalga ad una sostituzione del gruppo delle γ'. L'identità dei due complessi di orizzontali distinte dei due quadri, rimane così stabilita.

Definizione. Se fra le sostituzioni di due gruppi (γ) e (γ') si possa, quali si sieno α e β stabilire una eguaglianza della forma: $\gamma'_\alpha \gamma_\beta = \gamma_{\alpha_1} \gamma'_{\beta_1}$, i due gruppi si dicono fra loro permutabili [1]. Adunque:

Affinchè la ripartizione (S, S′) sia possibile, è necessario e sufficiente che i gruppi (γ) e (γ') corrispondenti alle ripartizioni (S) ed (S′), siano fra loro permutabili.

Corollarii. 1°. Se è possibile la ripartizione (S, S′), lo sarà altresì la ripartizione (S′, S), e viceversa.

2°. Se trasformando le sostituzioni del gruppo delle γ' per mezzo delle sostituzioni del gruppo delle γ si pervenga costantemente a sostituzioni del gruppo delle γ', i simboli (S, S′), (S′, S) corrisponderanno a ripartizioni. Infatti si avrà, quali si sieno α e β:

$$\gamma_\alpha \gamma'_\beta = \gamma'_\sigma \gamma_\alpha.$$

I due gruppi (γ) e (γ') saranno adunque fra loro permutabili.

10. *Osservazione.* La condizione testè trovata, dimostra che, sebbene i simboli (S, S′), (S′, S) siano suscettibili di varî significati perchè il gruppo regolare isomorfo ad un gruppo contenente il gruppo delle γ e quello delle γ' è indeterminato, pur nondimeno, i simboli: (S, S′), (S′, S), corrispondono sempre o non corrispondono mai a ripartizioni, secondo che i gruppi (γ) e (γ') siano o no fra loro permutabili. La possibilità di un significato dei simboli (S, S′), (S′, S) è adunque invariantiva per i gruppi (γ) e (γ'). Quanto poi al gruppo che corrisponde alla ripartizione (S, S′) e a quello che corrisponde alla (S′, S) si può dimostrare che essi sono identici in grazia del seguente:

Teorema. Le ripartizioni (S, S′), (S′, S) corrispondono ad un medesimo gruppo che è il gruppo che si ottiene combinando fra loro i gruppi γ e γ'.

In virtù della relazione: $\gamma_\alpha \gamma'_\beta = \gamma'_{\beta_1} \gamma_{\alpha_1}$, un prodotto qualsivoglia di sostituzioni del gruppo (γ) e di sostituzioni del gruppo (γ'), sarà evidentemente riducibile alla forma: $\gamma_p \, . \, \gamma'_q$. Il gruppo, nascente dalla combinazione del gruppo delle γ con quello delle γ', sarà adunque composto di quelle, e di quelle soltanto fra le sostituzioni:

$$\begin{array}{l}
\gamma_1\gamma'_1, \ \gamma_1\gamma'_2, \ \cdots\cdots \ \gamma_1\gamma'_{n'}, \\
\gamma_2\gamma'_1, \ \gamma_2\gamma'_2, \ \cdots\cdots \ \gamma_2\gamma'_{n'}, \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\gamma_n\gamma'_1, \ \gamma_n\gamma'_2, \ \cdots\cdots \ \gamma_n\gamma'_{n'}.
\end{array}$$

le quali siano fra loro distinte. Ora, detto θ il numero delle sostituzioni comuni ai gruppi (γ) e (γ'), è facile concludere che le sostituzioni del sopra scritto schema

(1) Serret, *Cours d'Algèbre supérieure.* Sect. IV, Ch. II, 427.

sono fra loro eguali a θ a θ. Posto infatti:

$$\gamma_p \gamma'_q = \gamma_\alpha \gamma'_\beta,$$

e ritenuti fissi gli indici p e q, e variabili α e β, avremo:

$$\gamma_\alpha^{-1} \gamma_p = \gamma_\beta' \gamma'_q{}^{-1} = g,$$

essendo g una sostituzione comune ai gruppi (γ) e (γ'). Sarà adunque:

$$\gamma_\alpha = \gamma_p g^{-1},\ \gamma'_\beta = g \gamma'_q.$$

Viceversa, dalle ultime due eguaglianze, si ricava, qualunque sia g:

$$\gamma_\alpha \gamma'_\beta = \gamma_p \gamma'_q.$$

Il numero dei prodotti $\gamma_\alpha \gamma'_\beta$ i quali eguagliano il prodotto fisso: $\gamma_p \gamma'_q$, sarà adunque eguale al numero θ dei valori di g. L'ordine del gruppo (γ, γ'), sarà per ciò dato da: $\frac{nn'}{\theta}$.

11. Tornando ora ai sistemi:

$$S_1, S_2, \ldots\ldots S_n;\ S'_1, S'_2, \ldots\ldots\ldots S'_{n'},$$

supponiamo che S_1 ed S'_1 siano i sistemi *principali* delle due ripartizioni (S) ed (S'), quei sistemi cioè che contengono l'indice 1 ([1]), e perciò designano per mezzo dei loro indici le sostituzioni dei due gruppi (γ) e (γ'). I sistemi S_1 ed S'_1 posseggono evidentemente θ elementi comuni, e θ saranno perciò gli elementi comuni ad S_1 e ad S'_α, posto che S_1 ed S'_α abbiano elementi comuni. Infatti gli elementi comuni ad S_1 e ad S'_1 debbono formare il sistema principale di una ripartizione, i sistemi della quale sono dati dagli elementi comuni ad S_α e ad S'_β, $\alpha = (1, 2, 3, \ldots m)$, $\beta = (1, 2, 3, \ldots m')$. Il numero di quelli fra questi ultimi sistemi i quali compongono S_1, sarà dunque $\frac{n}{\theta}$, e, per conseguenza, il sistema principale della ripartizione (S,S'), conterrà: $\frac{n}{\theta} n' = \frac{nn'}{\theta}$ elementi. Ma poichè esso deve contenere gli $\frac{nn'}{\theta}$ indici delle sostituzioni del gruppo (γ, γ'), perchè contiene gl'indici delle sostituzioni di (γ) e di quelle di (γ'), e d'altronde designa co' proprî indici le sostituzioni di un gruppo, segue, che il sistema principale di (S, S'), sarà formato precisamente con gl'indici delle sostituzioni del gruppo (γ, γ') ([2]).

([1]) Supponiamo che l'indice 1 corrisponda alla sostituzione identica.

([2]) La questione del par. 8 si può anche risolvere come segue: Se l'operazione di sintesi conduce ad una nuova ripartizione, il numero degli elementi dei periodi di questa, sarà evidentemente: $\frac{n}{\theta} n' = \frac{nn'}{\theta}$. A questa corrisponde poi per il teorema (A) un gruppo d'ordine $\frac{nn'}{\theta}$ contenente i due gruppi (γ), e (γ'). Questi ultimi saranno adunque fra loro permutabili perchè le sostituzioni fra loro distinte dello schema al par. 10 e dello schema che se ne otterrebbe invertendo l'ordine delle moltiplicazioni, sono appunto $\frac{nn'}{\theta}$ di numero, e perciò costituiscono le une o le altre, insieme prese, un medesimo gruppo che coinciderà col gruppo della nuova ripartizione. Viceversa, se i gruppi (γ) e (γ') sono fra loro permutabili, ogni periodo della ripartizione corrispondente al gruppo da essi generato, sarà composto di $\frac{nn'}{\theta}$ elementi i quali si potranno spartire in periodi del gruppo comune a

Corollario. La ripartizione (S, S′) è identica all'altra (S′, S), esiste cioè l'eguaglianza: (S, S′) = (S′, S).

12. Proponiamoci in secondo luogo un' altra questione, subordinata alla già risolta, e che si può formulare come segue: Qual'è la condizione necessaria e sufficiente alla quale dovranno soggiacere le sostituzioni di un gruppo G, se ai sistemi di imprimitività del gruppo regolare in isomorfismo oloedrico con G, si possa applicare incondizionatamente la operazione di sintesi del Jordan?

Evidentemente i sottogruppi di G dovranno essere fra loro permutabili a due a due. Dette adunque s_α, s_β, due sostituzioni qualisivogliano del gruppo G, sarà possibile un' eguaglianza della forma:

$$s_\alpha \,.\, s_\beta = s_{\beta^p} \,.\, s_{\alpha^q},$$

e ciò in grazia dei gruppi composti delle potenze di s_α e di quelle di s_β. Viceversa, se due arbitrarie sostituzioni di un gruppo G siano fra loro vincolate dalla precedente relazione, due sottogruppi arbitrarî di G saranno fra loro permutabili. Infatti, se le sostituzioni s ed s' vengano tolte rispettivamente dai sottogruppi L ed L′, e sia soddisfatta la relazione: $ss' = s'^m \,.\, s^n$, poichè s'^m ed s^n appartengono ad L′ e ad L rispettivamente, le sostituzioni s ed s' soddisferanno alla condizione di permutabilità dei gruppi L ed L′. E così:

Nei gruppi regolari le sostituzioni dei quali considerate a due a due soddisfano alla condizione: $s_\alpha \,.\, s_\beta = s_\beta{}^p \,.\, s_\alpha{}^q$, e in questi soltanto fra i gruppi regolari, si può da ogni coppia di ripartizioni degli elementi in sistemi d'imprimitività, derivare mediante l'operazione di sintesi una nuova e più generale ripartizione in sistemi d'imprimitività, degli elementi dei gruppi medesimi.

Da ciò che si disse nei numeri 8, 9, 12 si deducono poi i seguenti teoremi:

13. I. Detto G un gruppo le sostituzioni del quale, considerate a due a due soddisfano a una relazione della forma: $s_\alpha s_\beta = s_\beta{}^p s_\alpha{}^q$, e detto G′ un sottogruppo massimo di G, il quoziente dell' ordine di G per quello di G′, sarà necessariamente un numero primo. Potendosi infatti da ogni coppia di ripartizioni degli elementi del gruppo regolare isomorfo a G, derivare la nota ripartizione sintetica, il gruppo regolare ammetterà i fattori di imprimitività, e da ciò consegue, come già si vide, che il quoziente dell'ordine di G per quello di G′, è un numero primo.

II. Considerando i sottogruppi di un gruppo regolare, separiamo quelli (P) fra questi i quali sono dotati di una certa proprietà X,

(γ) e a (γ'). Adunque, quel periodo della ripartizione il quale conterrà un dato sistema S, dovrà contenere gli $\frac{n}{\rho}$ sistemi di S′ i quali hanno con quel sistema S elementi comuni, da che ogni periodo della nuova ripartizione dev'essere composto di sistemi S e di sistemi S′. Ma gli $\frac{n}{\rho}$ sistemi di S′ contengono appunto $\frac{nn'}{\rho}$ elementi. Ogni sistema della ripartizione relativa al gruppo generato, si potrà adunque ottenere riunendo i periodi di S′ aventi elementi comuni con un periodo di S.

e supponiamo che, conseguenza della proprietà X sia la permutabilità di due qualisivogliano gruppi separati. Supponiamo inoltre che i sistemi di periodi relativi ai gruppi separati, siano sistemi, e i soli sistemi d'imprimitività di un medesimo gruppo Σ. Il gruppo Σ possiederà i fattori d'imprimitività.

Infatti, stante la permutabilità dei gruppi (P) si potrà operare sinteticamente con i sistemi d'imprimitività di Σ, i quali sono formati da sistemi di periodi relativi a gruppi (P). Siano inoltre P_1 e P'_1 due gruppi separati di ordini rispettivi: $\frac{\mu}{n}, \frac{\mu}{n'}$, e massimi fra quelli che sono contenuti nel gruppo regolare e godono della proprietà X. Emerge dalla dimostrazione del teorema dei fattori di imprimitività pel gruppo Σ, data antecedentemente, che:

III. Il gruppo delle sostituzioni comuni a P_1 e a P'_1, è anch'esso dotato della proprietà X, è massimo fra i sottogruppi di P_1 e di P'_1 dotati della proprietà X, e finalmente, il suo ordine eguaglia il numero $\frac{\mu}{nn'}$.

Dal teorema II di questo par. si deduce poi il seguente:

IV. Per i gruppi Δ (in generale non regolari) i quali nascono da combinazione di gruppi regolari con i loro congiunti, vale il teorema dei fattori di imprimitività.

Siano infatti i gruppi (P) che separiamo dall'interno di un gruppo regolare, i gruppi eccezionali del gruppo regolare. Sappiamo (9) che due gruppi, se eccezionali di un medesimo gruppo, sono fra loro permutabili. I sistemi di periodi dei gruppi eccezionali separati sono poi (veggasi il teorema (*B*) (1)), i sistemi, e i soli sistemi d'imprimitività del gruppo Δ che nasce combinando il gruppo regolare col suo congiunto. La nostra proposizione è adunque un caso particolare del precedente teorema II.

V. Dato un gruppo qualsivoglia G, si supponga che i sistemi di periodi dei sottogruppi (P) di G, dotati di una proprietà X mercè la quale i sottogruppi medesimi siano fra loro permutabili a due a due, costituiscano i sistemi di imprimitività di un medesimo gruppo Σ. Si rappresenti inoltre con:

$$G, \; P_1, \; P_2, \; P_3 \; . \; . \; .$$

una serie (in generale variabile) di sottogruppi (P), tali, che ognuno di essi sia massimo sottogruppo del precedente. La serie numerica nascente dalla divisione dell'ordine di ognuno dei sottogruppi per quello del successivo, sarà costante, e nel valore e nel numero de'suoi termini. È questa una trasformazione del teorema dei fattori d'imprimitività valido pel gruppo Σ, ottenuta mediante il teorema (*A*) (1). Ed in particolare:

VI. Se G è un gruppo qualsivoglia, e G, G', G'' . . . una serie di gruppi, tali, che ognuno di essi sia gruppo eccezionale di G, e massimo sottogruppo del precedente, dividendo l'ordine di ciascuno dei gruppi della serie per l'ordine del successivo, si

otterrà una serie costante e nel valore e nel numero de'suoi termini (¹).

14. *Il teorema dei fattori di composizione.* Dal teorema III (13), applicato al gruppo delle sostituzioni comuni a due sottogruppi eccezionali massimi G_1 e G'_1 di un gruppo regolare, consegue che: Se G_1 e G'_1 sono gruppi eccezionali massimi del gruppo regolare G, di ordini rispettivi: $\frac{\mu}{n}$, $\frac{\mu}{n}$, il gruppo delle sostituzioni comuni a G_1 e a G'_1 sarà anch'esso gruppo eccezionale di G, massimo fra quelli che sono contenuti in G_1 o in G'_1, e di ordine: $\frac{\mu}{nn'}$. Il gruppo Γ delle sostituzioni comuni a G_1 e a G'_1, essendo gruppo eccezionale di G, lo sarà ancora dei gruppi G_1 e G'_1. Esso sarà inoltre massimo gruppo eccezionale sì di G_1 che di G'_1, da che non può esistere alcun gruppo T, il quale e contenga Γ e sia gruppo eccezionale di G_1 o di G'_1, ad es. di G'_1. Infatti se un gruppo T esistesse, dette: γ, g, g', t, le sostituzioni di Γ, di G_1, di G'_1 e di T ordinatamente, la sostituzione:

$$t_\alpha^{-1}\; g_\beta^{-1}\; t_\alpha\; g_\beta$$

sarebbe evidentemente riducibile tanto al gruppo G_1 quanto al gruppo G'_1 per essere:

$$t_\alpha^{-1}\; g_\beta^{-1}\; t_\alpha = g_r, \quad g_\beta^{-1}\; t_\alpha\; g_\beta = g'_s.$$

La sostituzione: $t_\alpha^{-1}\; g_\beta^{-1}\; t_\alpha\; g_\beta$ sarebbe adunque eguale a una sostituzione γ_ω del gruppo delle γ, e si avrebbe:

$$g_\beta^{-1}\; t_\alpha\; g_\beta = t_\alpha\; \gamma_\omega = t_\mu.$$

Le sostituzioni del gruppo T, sarebbero adunque permutabili alle sostituzioni di G_1 come a quelle di G'_1; lo sarebbero adunque altresì alle sostituzioni del gruppo (G_1, G'_1), ossia di G. Esisterebbe così un gruppo eccezionale di G più generale di Γ e contenuto in G'_1, la qual cosa è impossibile (²).

15. Siano ora:

$$(a)\quad G,\quad G_1,\quad G_2 \text{ ecc.}$$
$$(a')\quad G,\quad G'_1,\quad G'_2 \text{ ecc.}$$

due serie di gruppi, tali, che ognuno di essi sia gruppo eccezionale massimo del precedente. Si potranno formare due serie:

$$(b)\quad G,\quad G_1,\quad \Gamma \text{ ecc.}$$
$$(b')\quad G,\quad G'_1,\quad \Gamma \text{ ecc.}$$

simili alle serie (a) ed (a'). Se gli ordini di G, G_1, G'_1, sono risp: μ, $\frac{\mu}{n_1}$, $\frac{\mu}{n'_1}$, le serie di quozienti:

$$n_1,\; n'_1,\; \ldots\ldots; \qquad n'_1,\; n_1,\; \ldots\ldots$$

relative a (b) e a (b'), coincideranno evidentemente. Il teorema dei fattori di composizione consistente nella eguaglianza delle due serie di quozienti relative ad (a) e

(¹) Jordan, *Traité* etc. Nota A.

(²) Veggasi anche Netto *Substitutionentheorie.*

ad (a'), sarà adunque dimostrato, se si dimostri la eguaglianza delle due serie relative ad (a) e (b) non che di quelle relative ad (a') e a (b'). A tale scopo imiteremo il ragionamento del n. 6.

16. *Altri gruppi dotati di fattori d'imprimitività e conseguenze notevoli.*

Abbiamo già dimostrato come i gruppi Δ derivanti da combinazione di gruppi regolari con i loro congiunti, o sono primitivi (quando i corrispondenti gruppi regolari sono semplici), o sono, se imprimitivi, dotati di fattori di imprimitività. Possiamo aggiungere che:

Più generalmente, i gruppi derivanti da combinazione di gruppi Δ con gruppi arbitrarî δ di sostituzioni fra le lettere dei gruppi Δ medesimi, sono, se imprimitivi, dotati dei fattori d'imprimitività.

Quest'ultima proposizione è una conseguenza del teorema II del par. 13, relativo a gruppi i quali ammettono come sistemi d'imprimitività quelli formati dai periodi di sottogruppi fra loro permutabili a due a due esistenti in un gruppo regolare. Si considerino infatti fra i sistemi di periodi del gruppo regolare relativi a sottogruppi eccezionali del gruppo medesimo, quelli soltanto i periodi dei quali ammettono ciascuna delle sostituzioni del gruppo δ, e che potremo chiamare i sistemi (δ) di periodi. Il gruppo (Δ, δ) generato dal gruppo Δ e dal gruppo δ, permuterà fra loro evidentemente i periodi dei singoli sistemi (δ). I sistemi (δ) di periodi, saranno adunque sistemi d'imprimitività del gruppo (Δ, δ). Quest'ultimo ammetterà inoltre i soli sistemi (δ) di imprimitività. Infatti il gruppo Δ il quale fa parte di (Δ, δ), ammette come sistemi d'imprimitività i soli sistemi di periodi dei sottogruppi eccezionali del gruppo regolare, dei quali, i soli (δ) godono della proprietà di ammettere il gruppo δ di sostituzioni fra i loro periodi. Adunque i sistemi (δ) sono sistemi d'imprimitività, e i soli sistemi d'imprimitività del gruppo (Δ, δ). Finalmente, i sottogruppi eccezionali separati per mezzo dei gruppi δ. appunto perchè eccezionali, sono fra loro permutabili. E perciò, o il gruppo (Δ, δ) sarà primitivo, se i sistemi (δ) si riducano ai soli due relativi all'intiero gruppo regolare e al sottogruppo unitario di questo, ovvero. il gruppo (Δ, δ) sarà imprimitivo, ma in tal caso ammetterà i fattori d'imprimitività.

17. Ed ora prima di enunciare un corollario che scaturisce dalla dimostrata esistenza dei fattori d'imprimitività per i gruppi (Δ, δ), porremo la seguente:

Definizione. Sia dato un sistema di sottogruppi di un certo gruppo, incluso quest'ultimo e il gruppo unitario. Supponiamo che si parta dal gruppo dato, e allo scopo di giungere al gruppo unitario, si discenda in qualsivoglia modo per una serie di sottogruppi scelti fra i dati, e ciascuno massimo del precedente. Se avvenga che, comunque si discenda, i quozienti degli ordini dei successivi gruppi per gli ordini di quelli che loro succedono rispettivamente formino una serie costante, diremo che il dato sistema di sottogruppi è *dotato di fattori.* Adunque, rammentando la corrispondenza univoca fra i sistemi d'imprimitività di un gruppo Δ, e i sottogruppi eccezionali dei gruppi regolari generatori di Δ, stabilita dal teorema (B), (1), potremo trasformare la proprietà dimostrata per i gruppi (Δ, δ), nel teorema seguente:

Distaccando dai sottogruppi eccezionali di un gruppo

qualsivoglia ([1]), quelli, i periodi dei quali sono permutati dalle sostituzioni di un gruppo arbitrario, si otterrà costantemente un complesso di gruppi dotato di fattori.

Questo teorema che assorbe quello del Jordan e si converte nel medesimo appena il gruppo arbitrario si faccia coincidere con la sostituzione identica, o con un gruppo di sostituzioni le quali permutino fra loro tutti i periodi di ciascuno dei sottogruppi eccezionali del gruppo dato, si può considerare come una generalizzazione di quello contenuto nel già citato *Traité des substitutions*.

Gruppi dotati di fattori d'imprimitività sono ancora quelli che sono generati da gruppi regolari formati da sostituzioni a due a due permutabili con potenze loro (ad es. da gruppi regolari composti di sostituzioni fra loro permutabili a due a due), e da arbitrarî gruppi di sostituzioni fra gli elementi dei gruppi regolari medesimi.

La dimostrazione essendo analoga a quella che stabilisce il teorema dei fattori d'imprimitività per i gruppi generati da combinazioni di gruppi arbitrarî con gruppi Δ, può essere omessa. Mediante l'uso del teorema (A) del par. 1, segue poi come corollario che:

Distaccando da un gruppo di sostituzioni a due a due permutabili con potenze loro, quei sottogruppi, i periodi dei quali ammettono un arbitrario gruppo di sostituzioni, si ottiene costantemente un complesso di gruppi, dotato di fattori.

18. La ricerca di alcuni gruppi dotati di fattori di imprimitività e i conseguenti corollarî, ebbero fin qui fondamento nella condizione necessaria e sufficiente perchè da due ripartizioni degli elementi di un gruppo regolare in sistemi d'imprimitività si possa per sintesi addivenire ad una nuova ripartizione. Pertanto ad agevolare possibili ricerche o conclusioni analoghe alle precedenti, dedicheremo questo paragrafo allo studio della condizione necessaria e sufficiente perchè da due ripartizioni degli elementi di un gruppo transitivo imprimitivo (regolare o no) in sistemi d'imprimitività, si possa con l'anzidetta operazione ricavare una nuova ripartizione sintetica.

Chiameremo S ed S′ le due ripartizioni date, G il gruppo transitivo imprimitivo, e continueremo a chiamare *periodi* di S o di S′, i sistemi di elementi componenti le orizzontali di S o di S′, e premetteremo anzi tutto il seguente:

Lemma. Se due sottogruppi di G le sostituzioni dei quali siano quelle e tutte quelle che non alterano due periodi appartenenti ad S e ad S′ e dotati di elementi comuni, saranno fra loro permutabili, lo stesso avverrà di ogni altra coppia di sottogruppi di G, analoghi ai primi due.

Infatti, poichè G è transitivo, il numero delle sostituzioni di G le quali ad un elemento dato subordinano un altro elemento parimenti dato, sarà costante.

([1]) Ricorderemo che, dato un gruppo, esiste un gruppo regolare ad esso isomorfo. La conclusione è adunque legittima non solo per i gruppi regolari, ma per qualsivoglia gruppo.

Diciamo M questo numero, e ν, ν' il numero delle lettere onde sono composti i periodi di S e di S'. Sarà Mν l'ordine di ogni sottogruppo di G il quale non alteri un certo periodo di S, ed Mν' l'ordine di qualunque sottogruppo il quale non alteri un periodo di S'. Posto ciò, è evidente che se x è uno degli elementi comuni a due periodi, l'uno di S, l'altro di S', ed y un elemento comune a due altri periodi, i due sottogruppi corrispondenti ad y, quelli cioè i quali non alterano le due orizzontali di y, si potranno ottenere, trasformando i due sottogruppi corrispondenti ad x mediante una delle sostituzioni di G le quali ad x subordinano y. E perciò, se i due sottogruppi corrispondenti ad x siano fra loro permutabili, lo saranno anche i loro derivati mediante quest'ultima sostituzione, vale a dire, i due sottogruppi corrispondenti ad y.

Teorema. Affinchè da due ripartizioni degli elementi di un gruppo transitivo imprimitivo si possa addivenire ad una nuova ripartizione collegando fra loro i periodi di una ripartizione dotati di elementi comuni ai periodi dell'altra, è necessario e sufficiente che i due sottogruppi del gruppo transitivo corrispondenti ad un medesimo elemento, quelli cioè i quali trasformano in sè stesse le orizzontali alle quali l'elemento appartiene nelle due ripartizioni, siano permutabili fra loro.

Supponiamo infatti che due orizzontali delle ripartizioni S ed S' abbiano comune l'elemento x. Potremo sempre supporre che esse siano le due prime orizzontali, e potremo formare due ripartizioni s ed s', corrispondenti ordinatamente ad S e ad S', degli elementi del gruppo regolare isomorfo a G ad es. del gruppo potenziale di G, nella maniera seguente: Nella prima orizzontale di s scriveremo i nomi o numeri d'ordine delle sostituzioni di G le quali non alterano la prima orizzontale di S. Nella seconda orizzontale di s, scriveremo i nomi di quelle le quali subordinano alla prima orizzontale la seconda, e c. s. In modo analogo formeremo lo schema di orizzontali corrispondente ad S'. Ciò posto, si sa ([1]) che i due schemi così ottenuti rappresentano due ripartizioni in sistemi d'imprimitività degli elementi del gruppo potenziale di G. Infatti da ciascuna delle ripartizioni S, S', in tanto si può dedurre un gruppo transitivo ed isomorfo a G, fra i nomi delle orizzontali, in quanto una sostituzione di G permuta fra loro le orizzontali di S o di S', come la sostituzione potenziale ad essa corrispondente permuta fra loro le orizzontali corrispondenti di s o di s'. Inoltre, se due orizzontali delle ripartizioni S ed S' hanno elementi comuni, lo stesso avverrà delle corrispondenti orizzontali di s e di s', e viceversa. Infatti, se un elemento y è comune alla p^{ma} orizzontale di S e alla q^{ma} di S', i nomi delle sostituzioni di G le quali ad x (elemento comune alle due prime orizzontali) subordinano y, si leggeranno nella p^{ma} orizzontale di s e nella q^{ma} di s'. Viceversa, se queste ultime avranno un elemento comune, a questo corrisponderà una sostituzione di G la quale all'elemento x subordinerà un elemento che apparterrà tanto alla p^{ma} orizzontale di S quanto alla q^{ma} di S'.

Supponiamo ora che i due sottogruppi di G corrispondenti all'elemento x siano

([1]) Frattini, *I gruppi transitivi.* Nota.

fra loro permutabili. Saranno altresì, per isomorfismo, permutabili fra loro i corrispondenti sottogruppi del gruppo potenziale di G relativi alle due ripartizioni s ed s', vale a dire quei sottogruppi del gruppo potenziale di G, le sostituzioni dei quali hanno per numeri d'ordine quelli scritti nelle prime orizzontali di s e di s'. Ad s e ad s' si potrà adunque applicare la nota operazione di sintesi. Ciò vuol dire, che, per ogni periodo di s, aggruppando i periodi di s' i quali hanno con quello elementi comuni, due qualunque dei sistemi che si otterranno, o saranno privi di elementi comuni, o coincideranno in tutti i loro elementi. Ma poichè i numeri d'ordine dei periodi di s' i quali hanno elementi comuni con il periodo di s coincidono per le cose già dette coi numeri d'ordine dei periodi di S' aventi elementi comuni con il corrispondente periodo di S, si fa evidente che i sistemi che dalla nota operazione relativa ad S e ad S' si otterranno, o coincideranno, o saranno privi di elementi comuni.

Viceversa, se supporremo che alle due ripartizioni S ed S' sia applicabile l'operazione solita, dimostreremo, come precedentemente, che essa è altresì applicabile alle due ripartizioni s ed s'. E i due sottogruppi del gruppo potenziale di G corrispondenti ai primi periodi delle ripartizioni s ed s' saranno fra loro permutabili. Lo saranno adunque altresì i due sottogruppi di G che loro corrispondono per isomorfismo.

Se il gruppo G è regolare, le due ripartizioni (S, S'), (S', S) le quali si ottengono collegando i periodi di S' o di S dotati di elementi comuni con i singoli periodi di S e di S', sono nell'istesso tempo possibili entrambe o no. Inoltre ha luogo l'eguaglianza: (S, S') = (S', S), vale a dire, le due ripartizioni coincidono. Il secondo di questi teoremi che trae seco il primo come conseguenza, è estensibile al caso di un gruppo transitivo qualsivoglia. Essendo infatti: $(s, s') = (s', s)$, i due primi periodi delle ripartizioni (s, s'), (s', s), quelli cioè che contengono i primi periodi di s e di s', saranno composti dei medesimi elementi. A questi elementi o indici, corrisponderanno le sostituzioni di un sottogruppo del gruppo potenziale di G. Ed è evidente, stante la maniera nella quale le ripartizioni s ed s' furono dedotte dalla S e dalla S', che riunendo gli elementi distinti che le sostituzioni di G corrispondenti per isomorfismo a quest'ultimo sottogruppo, subordinano all'elemento x, si otterrà un periodo comune tanto alla (S, S') quanto alla (S', S). Adunque, poichè il gruppo G è transitivo, le due ripartizioni (S, S'), (S', S) coincideranno per intero.

Osservazione. Detto τ il numero degli elementi che possono esser comuni a due periodi della S e della S' rispettivamente, il numero degli elementi dei periodi della ripartizione sintetica, sarà evidentemente: $\frac{\nu\nu'}{\tau}$. Il sottogruppo di G le sostituzioni del quale non alterano il primo periodo della ripartizione sintetica, sarà poi il sottogruppo che è generato dai due sottogruppi di G corrispondenti ad x. Omettiamo, perchè assai facile, la dimostrazione, e rimandiamo il lettore alla Appendice di questa Memoria dalla quale potrà facilmente dedurre, che: Affinchè l'operazione di sintesi sia applicabile incondizionatamente, è necessario e sufficiente che due sottogruppi qualisivogliano del gruppo imprimitivo, intermedii fra quello delle sostituzioni che non ispostano un elemento fisso, (del resto arbitrario), e l'intero gruppo, siano fra loro permutabili.

19. Fu già osservata l'equivalenza fra il teorema dei fattori d'imprimitività d'un gruppo regolare e la proprietà: « Il quoziente della divisione dell'ordine di un sottogruppo del gruppo per quello di un sottogruppo massimo del primo sottogruppo, è un numero primo ». Si vide ancora che se due sostituzioni arbitrarie del gruppo dato sono permutabili con potenze delle sostituzioni medesime, il che equivale a supporre che da due ripartizioni qualisivogliano degli elementi del gruppo regolare si possa sempre derivare per sintesi una nuova ripartizione, il teorema dei fattori sussiste necessariamente. Ed ora a proposito dei gruppi regolari dotati di fattori d'imprimitività, aggiungeremo le seguenti riflessioni:

Sia G un gruppo regolare dotato di fattori d'imprimitività, sia poi: $H = (H_1, H_2 \ldots H_\nu)$ un sottogruppo di G composto con sostituzioni H, e si consideri un sottogruppo massimo di H formato con sostituzioni S.

Se: $\nu = p^\alpha . q^\beta . r^\gamma \ldots$ sia l'ordine di H decomposto nei suoi fattori primi, si potrà supporre che $\frac{\nu}{p} = p^{\alpha-1} . q^\beta . r^\gamma \ldots$ sia l'ordine del gruppo delle sostituzioni S. Pertanto, il gruppo H conterrà in sè un gruppo d'ordine p^α. Taluna delle sostituzioni di questo, ad es. la sostituzione A sarà estranea al gruppo delle S, e le sostituzioni:

$$\begin{array}{llll} A . S_1, & A . S_2, & \ldots . & A . S_{\frac{\nu}{p}} \\ A^2 . S_1, & A^2 . S_2, & \ldots . & A^2 S_{\frac{\nu}{p}} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ A^p . S_1, & A^p . S_2, & \ldots . & A^p S_{\frac{\nu}{p}} \end{array}$$

apparterranno tutte al gruppo H, come è evidente. Esse saranno inoltre tutte distinte fra loro, e costituiranno perciò, insieme prese, il gruppo H medesimo.

Che poi le sostituzioni della forma: $A^u S_v$ siano fra loro diseguali, si dimostra nel seguente modo: Posto: $A^u . S_v = A^{u'} . S_{v'}$, seguirebbe: $A^{u-u'} = S_{v'} . S_v^{-1}$. E poichè il numero $u-u'$ è inferiore a p e perciò primo con p^α, si potrebbe determinare il numero ρ per modo, che fosse: $(u-u')\rho \equiv 1 \pmod{p^\alpha}$. Ma, ciò fatto, dall'egualianza ultima si ricaverebbe: $A = (S_{v'} . S_v^{-1})^\rho$, e per ciò la sostituzione A apparterrebbe al gruppo delle sostituzioni S, la qual cosa è contraria all'ipotesi.

Adunque: « Essendo G un gruppo regolare con fattori di imprimitività, si potrà da un sottogruppo di G far passaggio ad un qualsivoglia gruppo minimo che lo contenga e sia contenuto in G, moltiplicando le prime p potenze di una certa sostituzione d'ordine p^k per tutte le sostituzioni del sottogruppo. Segue da ciò che:

La formola: $A^\alpha . B^\beta . C^\gamma \ldots$

nella quale A, B, C,.. rappresentano sostituzioni aventi per ordini potenze di numeri primi, ed $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ esponenti che possono variare ciascuno dall'unità fino a certi numeri primi il prodotto dei quali eguaglia l'ordine di G, dà nascita al gruppo G nel tempo istesso che le formole:

$$B^\beta . C^\gamma \ldots \ldots ; \quad C^\gamma \ldots \ldots ;$$

producono altrettanti sottogruppi dell'istesso G.

Inoltre è evidente che:

I numeri primi esprimenti i limiti superiori degli esponenti $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ possono succedere l'uno all'altro in qualsivoglia ordine nel quale si possano succedere i fattori di imprimitività del gruppo G.

Della forma: $A^{\alpha}. B^{\beta} \ldots$ vanno dotati in particolare i gruppi composti di sostituzioni a due a due permutabili con potenze loro, non che i gruppi gli ordini dei quali sono potenze di numeri primi (¹).

20. Sia H un sottogruppo massimo di un certo sottogruppo M esistente in un gruppo regolare dotato di fattori, e sia K un altro sottogruppo di M. Si supponga che l'ordine k di K non divida l'ordine h del gruppo H. I due gruppi: H, K, saranno fra loro permutabili, ed ammetteranno tante sostituzioni comuni, quante ne indica il massimo comun divisore dei loro ordini. Se infatti sia: $p^{\alpha}, q^{\beta}. r^{\gamma} \ldots$ l'ordine del gruppo M, e $p^{\alpha-1}. q^{\beta}. r^{\gamma} \ldots$ l'ordine di H, sarà l'ordine di K (non dividente quello di H), della forma: $p^{\alpha} \ldots$

Da ciò segue, che l'ordine del gruppo M eguaglierà il minimo comune multiplo degli ordini de' suoi sottogruppi H e K. Sarà adunque dimostrato il teorema, quando sia stabilito che: « Se l'ordine di un gruppo eguagli il minimo comune multiplo degli ordini di due sottogruppi del gruppo medesimo, questi saranno fra loro permutabili, e il numero delle sostituzioni ad essi comuni sarà dato dal massimo comun divisore dei loro ordini ». Siano adunque: $H = (H_1, H_2, \ldots H_h)$, $K = (K_1, K_2 \ldots K_k)$, due sottogruppi di M, e $\vartheta = (\vartheta_1, \vartheta_2, \ldots \vartheta_\omega)$ il gruppo comune ad H e K. Si supponga che l'ordine m del gruppo M sia eguale al minimo comune multiplo dei numeri h, k. Il numero delle sostituzioni della forma $H_\alpha . K_\beta$ e distinte fra loro, sarà dato (10), da: $\frac{h.k}{\omega}$. E poichè esse debbono far parte del gruppo M l'ordine del quale è per ipotesi: $\frac{hk}{\theta}$, (θ dinota il massimo comun divisore fra h e k), avremo la relazione: $\frac{hk}{\theta} \gtreqless \frac{hk}{\omega}$, ossia la: $\omega \gtreqless \theta$.

Ma non potrebbe essere: $\omega > \theta$ perchè ω deve dividere θ. Sarà adunque: $\omega = \theta$: ossia, il numero delle sostituzioni comuni ai due gruppi H e K, sarà eguale al massimo comun divisore dei loro ordini. Sarà poi: $m = \frac{hk}{\omega}$. E perciò il gruppo M sarà composto delle sostituzioni della forma $H_\alpha . K_\beta$ fra loro distinte.

I due gruppi H e K saranno, per conseguenza, fra loro permutabili.

Corollario. Se le sostituzioni di un gruppo siano a due a due permutabili con potenze delle sostituzioni medesime, due sottogruppi arbitrarî del gruppo, ammetteranno tante sostituzioni comuni quante ne indica il massimo comun divisore dei loro

(¹) La forma: $A^{\alpha}. B^{\beta} \ldots$ per questi ultimi gruppi, fu già avvertita dal Capelli nella Memoria: *Sopra l'isomorfismo* ecc. La presente dimostrazione coincide con quella di questo autore ma riguarda evidentemente un caso più generale.

ordini, se uno di essi, e sia massimo rispetto al sottogruppo generato da entrambi, e di un ordine non divisibile per l'ordine dell'altro.

Supponiamo, per rendere meglio visibile ciò che seguirà, che l'ordine di un gruppo regolare dotato di fattori, sia: $2^8 . 3^6 . 5^4$, e che i fattori di imprimitività possano succedersi in un ordine che potremo indicare con la decomposizione: $2^3 . 3^4 . 5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2$ dell'ordine del gruppo in fattori potenze di numeri primi, volendo significare che si incontrano dapprima 3 fattori eguali a 2, poi quattro fattori eguali a 3, e c. s. Poichè la decomposizione che dinota il modo di succedersi dei fattori d'imprimitività del nostro gruppo, che diremo G, incomincia con 2^3 e il gruppo G contiene in sè un sottogruppo d'ordine 2^8 non che un gruppo d'ordine: $3^4 . 5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2$, moltiplicando le sostituzioni del gruppo d'ordine 2^8 per quelle di quest'ultimo gruppo, otterremo tutte le sostituzioni del gruppo G, ciascuna tante volte quante ne indica il massimo comun divisore dei numeri: 2^8, $3^4 . 5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2$, vale a dire 2^5 volte. Se non che volendo esprimere soltanto che le sostituzioni di G si ottengono tutte, potremo servirci dell'eguaglianza:

$$G_{2^8 . 3^6 . 5^4} = g_{2^8} . g_{3^4 . 5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2} .$$

Ed ora, poichè al fattore 2^3 succede nella già menzionata decomposizione il fattore 3^4, ed il gruppo: $g_{3^4 . 5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2}$ contiene in sè un gruppo di ordine 3^6, ed un gruppo d'ordine: $5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2$, avremo ancora:

$$g_{3^4 . 5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2} = g_{3^6} . g_{5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2} .$$

E per conseguenza:

$$G_{2^8 . 3^6 . 5^4} = g_{2^8} . g_{3} . g_{5^2 . 2^5 . 5^2 . 3^2} .$$

Così continuando, otterremo finalmente:

$$G_{2^8 . 3^6 . 5^4} = g_{2^8} . g_{3^6} . g_{5^4} . g_{2^5} . g_{5^2} . g_{3^2} .$$

Paragonando quest'ultimo risultato con la decomposizione dell'ordine di G, concluderemo che:

Decomposto l'ordine del gruppo in fattori, secondo un determinato ordine di successione dei fattori d'imprimitività del gruppo medesimo, si potrà decomporre il gruppo in fattori gruppi, gli ordini de'quali saranno potenze di numeri primi. Ad ogni fattore p^λ (p primo) della prima decomposizione, corrisponderà poi un fattore della seconda, e questo fattore sarà un gruppo, di ordine eguale a quella potenza di p che ha per grado il numero λ aumentato della somma degli esponenti dai quali p è affetto nei fattori seguenti. Avviene poi che, nella forma di G soppressi quanti si vogliano fattori gruppi incominciando dal primo, il prodotto dei rimanenti formerà necessariamente un gruppo.

APPENDICE

Il Teorema (A) del n. 1 riduce la ricerca dei sistemi d'imprimitività nei quali si possono distribuire gli elementi di un gruppo regolare, a quella dei sottogruppi, e viceversa. Ma esso è un caso particolare di un Teorema più generale in grazia del quale: i sistemi d'imprimitività di un gruppo transitivo qualsivoglia, corrispondono univocamente ai sottogruppi intermedii fra quello delle sostituzioni che non ispostano un elemento fisso, (del resto arbitrario), e l'intiero gruppo.

Scriviamo infatti in una prima linea (a) gl'indici o nomi di quelle sostituzioni le quali all'elemento a subordinano l'elemento istesso. Poi in una seconda linea (b) i nomi di quelle sostituzioni le quali ad a subordinano b, e c. s. Le varie linee saranno i periodi antipotenziali del gruppo A composto di quelle sostituzioni le quali non ispostano l'elemento a. Inoltre, una sostituzione qualsivoglia del gruppo transitivo permuterà fra loro le lettere a, b, c, ... come la sostituzione potenziale ad essa corrispondente permuta fra loro le linee (a), (b), (c), . . . dell'istesso nome.

Supponiamo ora che esista nell'interno del gruppo transitivo un sottogruppo contenente A. I periodi antipotenziali di un tal sottogruppo saranno composti di periodi di A, e saranno permutati fra loro dalle sostituzioni potenziali corrispondenti a quelle del gruppo transitivo. Imaginiamo adunque scritti in altrettante linee i complessi di nomi, (lettere del gruppo transitivo scritte entro parentesi), che corrispondono ai periodi di A componenti i singoli periodi del sottogruppo intermedio. Se nelle nuove linee i nomi entro parentesi fossero surrogati dai periodi antipotenziali di A che essi sono destinati a dinotare, avverrebbe che, le sostituzioni potenziali di quelle del gruppo transitivo, permuterebbero fra loro le linee medesime così modificate. Ma se nelle nuove linee nessun cambiamento si apporti ai nomi dei periodi di A, le sostituzioni del gruppo transitivo, (le quali, come già si disse, permutano fra loro i nomi dei varî periodi di A nel modo istesso che le sostituzioni potenziali corrispondenti i periodi stessi), permuteranno evidentemente fra loro i complessi di nomi che compongono le nuove linee. Il gruppo transitivo sarà adunque imprimitivo. Ed è così dimostrato che ad ogni sottogruppo contenente A e contenuto nel gruppo transitivo, corrisponde una distribuzione degli elementi di quest'ultimo in sistemi d'imprimitività. Fra il sistema d'imprimitività contenente a e il gruppo intermedio esisterà poi tale relazione, per la quale: il gruppo intermedio sarà formato da tutte quelle sostituzioni del gruppo transitivo, le quali trasformano in sè stesso il sistema al quale a appartiene. Segue da ciò che: la distribuzione sopra detta, relativa ad un dato gruppo intermedio, è necessariamente unica.

Reciprocamente, se gli elementi di un gruppo transitivo siano distribuiti in sistemi d'imprimitività, il gruppo di quelle sostituzioni le quali trasformano in sè medesima la linea alla quale a appartiene, conterrà evidentemente il gruppo A, e sarà unico.

Se il gruppo delle sostituzioni le quali non ispostano un certo elemento si supponga formato dall' unica sostituzione identica, il gruppo transitivo sarà regolare, e si ritroverà il Teorema (A) del n. 1.

Corollario. Un gruppo transitivo sarà o no primitivo, secondochè il gruppo delle sostituzioni in esso contenute e trasformanti in sè medesimo un arbitrario elemento, sarà o no massimo pel gruppo transitivo.

Problema. Riconoscere se un gruppo, dato sotto forma regolare, sia semplice o composto.

In grazia del Teorema (B) del n. 1, il problema si riduce a definire se esistano o no nel gruppo Δ generato dal gruppo regolare e dal congiunto, gruppi intermedî fra quello delle sostituzioni le quali non ispostano un certo elemento, e il gruppo Δ medesimo. Siano:

$$(\eta) \quad \sigma_1, \quad \sigma_2, \ldots \sigma_\mu$$

le sostituzioni del gruppo regolare. Sia inoltre H la sostituzione di second' ordine i cicli della quale sono formati con le coppie di elementi che corrispondono all' elemento a in coppie di sostituzioni inverse della serie (η). Le sostituzioni distinte della serie:

$$(E) \quad (\sigma_1 H)^2, \quad (\sigma_2 H)^2, \ldots\ldots (\sigma_\mu H)^2,$$

ne faranno conoscere quel sottogruppo di Δ che è composto delle sostituzioni le quali non ispostano a. Per dimostrar ciò, basterà considerare ciò che avviene quando il gruppo (η) sia il gruppo potenziale del gruppo dato. Così ad es. essendo:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= 1 \qquad\qquad\qquad ; & \sigma_4 &= (14)(26)(35) \\ \sigma_2 &= (12)(36)(45) ; & \sigma_5 &= (156)(234) \\ \sigma_3 &= (13)(25)(46) ; & \sigma_6 &= (165)(243) \end{aligned}$$

la forma potenziale del gruppo:

$$\theta_1 = 1, \quad \theta_2 = (ab), \quad \theta_3 = (ac), \quad \theta_4 = (bc), \quad \theta_5 = (abc), \quad \theta_6 = (acb),$$

è noto, che la sostituzione: $H = (56)$, prodotto di tutti i possibili cicli composti con gl'indici delle coppie di sostituzioni inverse, trasforma la forma potenziale nell' antipotenziale, la quale consta così delle sostituzioni:

$$\begin{aligned} \sigma'_1 &= 1 \qquad\qquad\qquad ; & \sigma'_4 &= (14)(25)(36) \\ \sigma'_2 &= (12)(35)(46) ; & \sigma'_5 &= (165)(234) \\ \sigma'_3 &= (13)(26)(45) ; & \sigma'_6 &= (156)(243). \end{aligned}$$

I prodotti:

$$\begin{aligned} (\sigma_1 \sigma'_1) &= (\sigma_1 H)^2 = 1 \qquad\qquad ; & (\sigma_4 \sigma'_4) &= (\sigma_4 H)^2 = (23)(56) \\ (\sigma_2 \sigma'_2) &= (\sigma_2 H)^2 = (34)(56) ; & (\sigma_5 \sigma'_5) &= (\sigma_5 H)^2 = (243) \\ (\sigma_3 \sigma'_3) &= (\sigma_3 H)^2 = (24)(56) ; & (\sigma'_6 \sigma'_6) &= (\sigma_6 H)^2 = (234) \end{aligned}$$

formano così il gruppo di tutte quelle sostituzioni di Δ le quali non ispostano l' elemento 1 [1].

[1] Quest' ultimo gruppo si potrà anche ottenere in questo e in tutti i casi assumendo ad una ad una tutte le σ_s della forma potenziale, trasformando con ognuna di esse tutte le σ, e formando per ogni sostituzione σ_s, una sostituzione che all' indice di una σ qualsivoglia subordini quello della trasformata.

Riflettendo ora che la forma potenziale di un gruppo si può ridurre a qualsivoglia altra forma regolare del medesimo identificando l'elemento 1 della forma potenziale con un elemento arbitrario a dell'altra forma, e indentificando nel medesimo tempo fra loro le coppie di elementi che in sostituzioni corrispondenti delle due forme sono subordinati ad 1 e ad a rispettivamente, facilmente ravviseremo, come alla sostituzione formata con cicli che racchiudono le coppie di indici corrispondenti a sostituzioni inverse della forma potenziale, (vale a dire le coppie d'indici che corrispondono ad 1 in coppie di sostituzioni inverse di questa forma), verrà identificata una sostituzione H di second' ordine, formata con cicli racchiudenti coppie di elementi corrispondenti ad a in coppie di sostituzioni inverse della forma regolare. E come la primitiva sostituzione trasformava il gruppo potenziale nell' antipotenziale, la sostituzione H trasformerà la forma regolare nella congiunta. Finalmente, moltiplicando ogni sostituzione della serie (η) per la sostituzione istessa trasformata mediante H, si otterrà quel sottogruppo di Δ che è composto delle sostituzioni prive di a. Ora:

$$\mathfrak{G}_p\,(H\mathfrak{G}_p H^{-1}) = \mathfrak{G}_p H \mathfrak{G}_p H = (\mathfrak{G}_p H)^2\,;$$

è adunque vero che la serie (E) rappresenta il gruppo di quelle sostituzioni di Δ. le quali non ispostano a. Dato il gruppo regolare $\mathfrak{G}$, si formi adunque il gruppo (E) con i quadrati dei prodotti delle sostituzioni del gruppo regolare per la sostituzione H. Se l'ordine di (E) sarà minore dell'ordine μ del gruppo $\mathfrak{G}$, quest'ultimo sarà composto. Infatti in tal caso, si avranno uguaglianze della forma:

$$(\mathfrak{G}_s H)^2 = (\mathfrak{G}_{s'} H)^2\,,$$

ovvero dell'altra:

$$\mathfrak{G}_{s'}^{-1}\,\mathfrak{G}_s = H\,\mathfrak{G}_{s'}\,\mathfrak{G}_s^{-1}\,H\,,$$

d'onde, essendo il primo membro una sostituzione del gruppo $\mathfrak{G}$ ed il secondo una sostituzione del gruppo congiunto a $\mathfrak{G}$, apparisce chiaramente che il gruppo dato ed il congiunto ammettono sostituzioni comuni, e che perciò il gruppo dato è composto. Se poi μ è l'ordine di (E), resta a vedere se combinando il gruppo (E) con una o più sostituzioni di Δ, si possa o no pervenire a gruppi intermedî fra il gruppo (E) e il gruppo Δ. La formazione del gruppo Δ che potrebbe sembrare necessaria a riconoscerne le sostituzioni, sarebbe molto laboriosa. Ce ne potremo tuttavia dispensare riflettendo che il gruppo Δ si può ottenere moltiplicando le singole sostituzioni del gruppo (E) per tutte quelle del gruppo $\mathfrak{G}$. Infatti, stante la transitività di $\mathfrak{G}$, è facile riconoscere come, moltiplicando ognuna delle sostituzioni di (E), per tutte quelle di $\mathfrak{G}$ si otterranno dapprima tutte le sostituzioni di Δ le quali non ispostano a, poi quelle che ad a subordinano b, poi quelle che ad a subordinano c, e c. s.

La questione circa la composizione del gruppo $\mathfrak{G}$, è ora ridotta alla seguente: Esistono in $\mathfrak{G}$ sostituzioni le quali generino con (E) gruppi minori di Δ? Anzi, poichè (E) e $\mathfrak{G}$ non hanno sostituzioni comuni all'infuori dell'unità, alla seguente: Esistono in $\mathfrak{G}$ sostituzioni di ordine primo le quali generino con (E) gruppi minori di Δ? Poichè, se un gruppo minore di Δ può esser generato da (E) e da una sostituzione di $\mathfrak{G}$, un gruppo minore di Δ sarà parimenti generato da (E) e da una potenza d'ordine primo di quella sostituzione, da che siffatta potenza non appartiene ad (E). Possiamo adunque combinare (E) con tutti i gruppi d'ordine primo contenuti

in $\mathfrak{G}$. Ed, o siffatte combinazioni ci condurranno costantemente al gruppo Δ, e il gruppo $\mathfrak{G}$ sarà semplice, o giungeremo a gruppi minori di Δ, e ad ognuno di questi corrisponderà un sottogruppo eccezionale di $\mathfrak{G}$. Tal sottogruppo sarà poi composto delle sostituzioni di $\mathfrak{G}$ le quali all'elemento a subordinano gli elementi ad esso subordinati nelle sostituzioni del gruppo generato.

I sottogruppi di Δ generati da (E) e da sostituzioni d'ordine primo del gruppo $\mathfrak{G}$, in tanto ci abbisognano, in quanto essi ci manifestano gli elementi che le loro sostituzioni subordinano ad a, vale a dire, la serie di elementi contenente a e rispetto alla quale, il sottogruppo intermedio generato, sia quello che è formato con tutte le sostituzioni di Δ le quali trasformano la serie in sè medesima. Per lo scopo che noi abbiamo di mira, non sarà adunque necessario formare esplicitamente i gruppi generati da (E) e da sostituzioni R d'ordine primo contenute in $\mathfrak{G}$, ma potremo limitarci a formare la già menzionata serie relativa al gruppo [(E), R]. Ora, a stabilire quest'ultima, vale a dire quella serie che contiene a e che le sostituzioni di R e di (E) trasformano in sè stessa, si procederà senza incertezza nel modo seguente: Si noterà la serie degli elementi che la R e le potenze di R subordinano ad a. Se le sostituzioni di (E) trasformeranno questa serie S′ in sè medesima, ci arresteremo, altrimenti amplificheremo la serie S′, aggiungendole tutti gli elementi che le sostituzioni di (E) subordinano agli elementi di S′, e la serie S′ e quella dei nuovi elementi aggiunti formeranno un ciclo chiuso S″ consistente in una serie che il gruppo (E) trasformerà in sè medesima. Se anche R trasformerà S″ in sè medesima, ci arresteremo, altrimenti aggiungeremo ad S″ gli elementi che R, e le potenze di R subordinano ad elementi di S″, poi quelli che le E subordinano ai nuovi elementi aggiunti, e c. s. Così continueremo fino a che non perverremo ad una serie $S^{(n)}$ inalterabile tanto per la sostituzione R, quanto per le sostituzioni del gruppo (E). E allora, le sostituzioni di $\mathfrak{G}$ le quali all'elemento a della serie $S^{(n)}$ subordineranno i singoli elementi della $S^{(n)}$ medesima, formeranno un sottogruppo eccezionale di $\mathfrak{G}$, corrispondente alla sostituzione R di ordine primo contenuta in $\mathfrak{G}$.

Osservazione. — Distribuendo le sostituzioni di un dato gruppo in sistemi di sostituzioni tra loro affini, (*gleichberechtigten Substitutionen*), ossia in sistemi ottenuti trasformando le singole sostituzioni del gruppo mediante ciascuna di esse, scrivendo in seguito i gruppi generati dalle sostituzioni affini dei singoli sistemi, si addiverrebbe alla scoperta dei sottogruppi eccezionali *minimi* (1). Ma la formazione di gruppi generati da sistemi di sostituzioni affini dipende in generale da tentativi. Il metodo esposto raggiunge lo scopo con sicurezza, ed avuto riguardo alla difficoltà del problema (2), abbastanza agevolmente.

(1) Veggasi l'importante e già citato lavoro del sig. Walther Dyck, *Ueber die Zusammensetzung* ecc. nel quale l'autore stabilisce un'algoritmo per la ricerca dei sottogruppi eccezionali di un gruppo, definito da una serie di congruenze fra simboli di operazioni, canonizzando così, come egli stesso si esprime, la difficoltà del problema in quella della ricerca delle congruenze caratteristiche, e delle espressioni dei sistemi di sostituzioni affini.

(2) La cagione di tale difficoltà risiede principalmente in ciò, che il gruppo si suppone cognito sol perchè scritto, si fa cioè astrazione dalle proprietà caratteristiche del medesimo, e da qualsivoglia conseguente definizione sintetica.

Ad illustrazione del medesimo, recheremo qui, da ultimo, un qualche esempio.

1. Sia dato il gruppo regolare:

$\sigma_1 = 1$; $\sigma_7 = (1\,7\,5)(2\,8\,4)(3\,9\,6)(10\,11\,12)$

$\sigma_2 = (1\,2\,3)(4\,7\,10)(5\,9\,12)(6\,8\,11)$; $\sigma_8 = (1\,8\,12)(2\,9\,10)(3\,7\,11)(4\,5\,6)$

$\sigma_3 = (1\,3\,2)(4\,10\,7)(5\,12\,9)(6\,11\,8)$; $\sigma_9 = (1\,9)(2\,7)(3\,8)(4\,11)(5\,10)(6\,12)$

$\sigma_4 = (1\,4)(2\,6)(3\,5)(7\,12)(8\,10)(9\,11)$; $\sigma_{10} = (1\,10\,6)(2\,11\,5)(3\,12\,4)(7\,9\,8)$

$\sigma_5 = (1\,5\,7)(2\,4\,8)(3\,6\,9)(10\,12\,11)$; $\sigma_{11} = (1\,11)(2\,12)(3\,10)(4\,9)(5\,8)(6\,7)$

$\sigma_6 = (1\,6\,10)(2\,5\,11)(3\,4\,12)(7\,8\,9)$; $\sigma_{12} = (1\,12\,8)(2\,10\,9)(3\,11\,7)(4\,6\,5)$.

che è la forma regolare del gruppo pari fra 4 lettere. Si scelga:

$$H = (2\,3)(5\,7)(8\,12)(6\,10).$$

Il gruppo (E) formato con i quadrati dei prodotti delle singole σ per la sostituzione H, sarà il seguente:

$E_1 = 1$; $E_7 = (2\,6\,12)(4\,9\,11)(3\,10\,8)$

$E_2 = (4\,9\,11)(5\,8\,10)(6\,7\,12)$; $E_8 = (2\,6\,7)(9\,4\,11)(5\,3\,10)$

$E_3 = (4\,11\,9)(5\,10\,8)(6\,12\,7)$; $E_9 = (2\,6)(5\,8)(7\,12)(3\,10)$

$E_4 = (2\,12)(10\,5)(8\,3)(6\,7)$; $E_{10} = (2\,7\,12)(3\,5\,8)(4\,11\,9)$

$E_5 = (2\,12\,6)(4\,11\,9)(3\,8\,10)$; $E_{11} = (2\,7)(8\,10)(5\,3)(6\,12)$

$E_6 = (2\,12\,7)(3\,8\,5)(4\,9\,11)$; $E_{12} = (2\,7\,6)(9\,11\,4)(5\,10\,3)$.

Le sostituzioni di ordine primo che dobbiamo combinare con (E), saranno le:

$$\sigma_{11},\ \sigma_9,\ \sigma_8,\ \sigma_6,\ \sigma_5,\ \sigma_4,\ \sigma_2\,.$$

La sostituzione σ_{11} subordina ad 1 il numero 11. Abbiamo così il primo ciclo (1, 11). Amplificandolo per mezzo del gruppo (E), abbiamo il secondo ciclo: (1, 4, 9, 11) che non è più amplificabile per mezzo delle potenze di σ_{11}. Sarà adunque eccezionale pel nostro gruppo, il gruppo delle sostituzioni che ad 1 subordinano ordinatamente: 1, 4, 9, 11, ossia il gruppo: $(\sigma_1, \sigma_4, \sigma_9, \sigma_{11})$. Allo stesso risultato si perverrebbe con le sostituzioni: σ_4, σ_9. I cicli ultimi corrispondenti alle: T_8, σ_6, σ_5, σ_2 sarebbero formati dell' unica serie:

$$1, 2, 3, 4, \ldots . 12,$$

e ne darebbero il gruppo dato come eccezionale di sè medesimo.

2. Sia:

$\sigma_1 = 1$; $\sigma_5 = (1\,5)(2\,6)(3\,8)(4\,7)$

$\sigma_2 = (1\,2)(3\,7)(4\,6)(5\,8)$; $\sigma_6 = (1\,6\,7\,8)(2\,5\,3\,4)$

$\sigma_3 = (1\,3)(2\,7)(4\,8)(5\,6)$; $\sigma_7 = (1\,7)(6\,8)(2\,3)(4\,5)$

$\sigma_4 = (1\,4)(2\,8)(3\,6)(5\,7)$; $\sigma_8 = (1\,8\,7\,6)(2\,4\,3\,5)$

il gruppo potenziale del gruppo:

$\theta_1 = 1$; $\theta_5 = (a\,d)(b\,c)$

$\theta_2 = (a\,b)$; $\theta_6 = (a\,c\,b\,d)$

$\theta_3 = (c\,d)$; $\theta_7 = (a\,b)(c\,d)$

$\theta_4 = (a\,c)(b\,d)$; $\theta_8 = (a\,d\,b\,c)$.

Con $H = (6\,8)$, avremo:

$E_1 = 1$; $E_5 = (2\,3)(6\,8)$

$E_2 = (4\,5)(6\,8)$; $E_6 = (2\,3)(4\,5)$

$E_3 = (4\,5)(6\,8)$; $E_7 = 1$

$E_4 = (2\,3)(6\,8)$; $E_8 = (2\,3)(4\,5)$.

Poichè l'ordine di (E) è minore di 8, il gruppo dato sarà composto. Si potrà tuttavia applicare il processo dell'esempio precedente, e combinando successivamente il gruppo:

$$1,\ (45)(68),\ (23)(68),\ (23)(45)$$

colle sostituzioni d'ordine primo: $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3$, $\mathfrak{S}_4$, $\mathfrak{S}_5$, $\mathfrak{S}_7$, e chiamando:

$$(E, \mathfrak{S}_2),\ (E, \mathfrak{S}_3), \ldots\ldots (E, \mathfrak{S}_7),$$

i sottogruppi eccezionali (dati mediante le loro serie) corrispondenti a ciascuna combinazione, avremo:

$$(E, \mathfrak{S}_2) = 1, 2, 3, 7: \qquad (E, \mathfrak{S}_4) = 1, 4, 5, 7$$
$$(E, \mathfrak{S}_3) = 1, 3, 2, 7: \qquad (E, \mathfrak{S}_5) = 1, 5, 4, 7$$
$$(E, \mathfrak{S}_7) = 1, 7.$$

Otterremo così tre sottogruppi eccezionali, vale a dire, i sottogruppi:

$$(\mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_2, \mathfrak{S}_3, \mathfrak{S}_7),\ (\mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_4, \mathfrak{S}_5, \mathfrak{S}_7),\ (\mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_7).$$

Un altro sottogruppo eccezionale si otterrebbe combinando il gruppo (E) con $\mathfrak{S}_8$, ma questo gruppo è in qualche modo estraneo al nostro problema che abbiamo limitato alla sola questione circa la semplicità o la composizione del gruppo.

Semplificazioni al metodo precedente ([1]). Il metodo precedente si riduce in sostanza a determinare per ogni gruppo d'ordine primo esistente nel gruppo regolare, un sottogruppo eccezionale contenente quel gruppo. Poichè, se il sottogrpppo eccezionale coincida costantemente con il dato gruppo regolare $\mathfrak{S}$, quest'ultimo sarà semplice. Ora, se un sottogruppo eccezionale di $\mathfrak{S}$ contiene un certo gruppo, esso conterrà altresì ogni altro gruppo affine a questo, e viceversa. Apparisce così manifesto che: nel combinare il gruppo (E) con tutte le sostituzioni d'ordine primo contenute in $\mathfrak{S}$, basterà limitarsi ad una soltanto di tutte quelle le quali costituiscano un sistema di sostituzioni affini. Ora, quando si supponga data la forma potenziale come nei precedenti esempî, i sistemi d'indici di sostituzioni affini, saranno dati immediatamente dai sistemi di intransitività del gruppo (E).

Il metodo precedente si semplifica ulteriormente quando del gruppo regolare si conosca un sistema di sostituzioni generatrici. L'uso al quale il gruppo (E) viene

([1]) A meglio chiarire l'entità dell' esposto metodo, avvertiremo che esso è anche suggerito dalla seguente osservazione: Se una serie σ d'indici (incluso un' indice arbitrario ad es. quello della sostituzione identica come nei precedenti esempî) rappresentanti elementi della forma potenziale di un gruppo, è trasformata transitivamente in sè medesima da un sistema di sostituzioni potenziali, quest'ultime formeranno un gruppo, del quale gl'indici della serie gl'indici cioè che il sistema subordina all'indice 1 della sostituzione identica, dinoteranno le sostituzioni. Ma se oltre a ciò il gruppo (E) il quale, come nei precedenti esempî, non isposta l'indice della sostituzione identica, trasformerà la serie σ in sè medesima, le sostituzioni potenziali sopra dette formeranno un sottogruppo eccezionale, perchè il gruppo (E) subordina ad ogni indice di sostituzione tutti quelli delle affini. Ora, se una serie σ è la minima che sia trasformata in sè stessa da un sistema R di sostituzioni di $\mathfrak{S}$ (ad es. da una sostituzione d'ordine primo o no) e dal gruppo (E), essa sarà altresì trasformata in sè medesima dal gruppo generato da (E) e dal sistema, e, per conseguenza, tutte quelle sostituzioni $\mathfrak{S}_{\nu_1}$, $\mathfrak{S}_{\nu_2}, \ldots$ del gruppo potenziale, per le quali conviene successivamente moltiplicare le sostituzioni di (E) affine di ottenere quelle del gruppo generato, trasformeranno la σ in sè medesima transitivamente. Le sostituzioni: $\mathfrak{S}_{\nu_1}$, $\mathfrak{S}_{\nu_2}, \ldots$ le quali per mezzo degli elementi che subordinano all'elemento 1 indicano appunto gli elementi della serie σ, costituiscono, per conseguenza, un sottogruppo eccezionale del gruppo potenziale.

destinato non richiede infatti la conoscenza diretta del medesimo. Al gruppo (E) potremmo sostituire un sistema di sostituzioni generatrici.

Infatti, ogni serie di elementi inalterabile con le sostituzioni di (E), lo sarebbe altresì con le sostituzioni generatrici, e viceversa. Ora, posto che le sostituzioni:

$$\sigma_{\pi_1}, \sigma_{\pi_2}, \ldots \sigma_{\pi_k}$$

generino il gruppo regolare, le sostituzioni:

$$(\sigma_{\pi_1} H)^2, \quad (\sigma_{\pi_2} H)^2, \ldots\ldots (\sigma_{\pi_k} H)^2$$

genereranno (E). Sia infatti: $\sigma_{\pi_\alpha} . \sigma_{\pi_\beta} \ldots$, una sostituzione qualsivoglia del gruppo regolare. La corrispondente sostituzione di (E), sarà:

$$(\sigma_{\pi_\alpha} . \sigma_{\pi_\beta} \ldots) H (\sigma_{\pi_\alpha} . \sigma_{\pi_\beta} \ldots\ldots) H,$$

ossia la sostituzione:

$$\sigma_{\pi_\alpha} . \sigma_{\pi_\beta} \ldots (H . \sigma_{\pi_\alpha} . H)(H . \sigma_{\pi_\beta} . H) \ldots$$

ovvero, ponendo: $H . \sigma_{\pi_k} . H = \sigma'_{\pi_k}$, la:

$$\sigma_{\pi_\alpha} . \sigma_{\pi_\beta} \ldots \sigma'_{\pi_\alpha} . \sigma'_{\pi_\beta} \ldots$$

E finalmente, poichè una σ e una σ' sono fra loro permutabili, la:

$$(\sigma_{\pi_\alpha} . \sigma'_{\pi_\alpha})(\sigma_{\pi_\beta} . \sigma'_{\pi_\beta}) \ldots = (\sigma_{\pi_\alpha} . H)^2 (\sigma_{\pi_\beta} . H)^2 \ldots$$

Potremo adunque, quando si conosca un sistema di sostituzioni generatrici del gruppo regolare, trovare un sistema di sostituzioni generatrici del gruppo (E) per destinarlo all' ufficio del gruppo istesso. All' ultima conclusione si sarebbe potuto giungere immediatamente considerando la nota proprietà trasformatrice del gruppo (E).

Esempio. Si tratti di riconoscere se il gruppo:

$$\text{(G)}\quad \begin{array}{llllll} T_1 = 1, & T_2 = (bcd), & T_3 = (bdc), & T_4 = (ab)(cd), & T_5 = (abc), & T_6 = (abd) \\ T_7 = (acb), & T_8 = (acd), & T_9 = (ac)(bd), & T_{10} = (adb), & T_{11} = (ad)(cb), & T_{12} = (adc) \\ T_{13} = (ab), & T_{14} = (acdb), & T_{15} = (adcb), & T_{16} = (cd), & T_{17} = (ac), & T_{18} = (ad) \\ T_{19} = (bc), & T_{20} = (abcd), & T_{21} = (adbc), & T_{22} = (bd), & T_{23} = (acbd), & T_{24} = (abdc) \end{array}$$

o il corrispondente gruppo potenziale, sia semplice o composto.

Il gruppo G può essere generato moltiplicando le singole potenze di T_{13} per tutte quelle di T_5, e i risultati per le potenze di T_{20}.

Potremo adunque servirci non già del gruppo (E) ma di tre sole sostituzioni di questo gruppo. Intanto le sostituzioni potenziali corrispondenti a T_{13}, T_5, T_{20}, sono rispettivamente:

$$\sigma_{13} = (1\,13)(2\,20)(3\,24)(4\,16)(5\,19)(6\,22)(7\,17)(8\,14)(9\,23)(10\,18)(11\,21)(12\,15)$$
$$\sigma_5 = (1\,5\,7)(2\,4\,8)(3\,6\,9)(10\,12\,11)(13\,17\,19)(14\,16\,20)(15\,18\,21)(22\,24\,23)$$
$$\sigma_{20} = (1\,20\,9\,15)(2\,24\,7\,18)(3\,13\,8\,21)(4\,17\,11\,22)(5\,23\,10\,16)(6\,14\,12\,19).$$

E per: $\quad H = (2\,3)(5\,7)(6\,10)(8\,12)(14\,24)(15\,20)(21\,23)$,

otterremo le 3 seguenti sostituzioni E:

$$E_{13} = (2\,8)(20\,14)(3\,12)(5\,7)(19\,17)(6\,10)(18\,22)(9\,11)(23\,21)(15\,24),$$
$$E_5 = (2\,12\,6)(4\,11\,9)(3\,8\,10)(13\,19\,17)(14\,15\,23)(16\,18\,22)(21\,24\,20),$$
$$E_{20} = (2\,8\,6\,5)(3\,12\,10\,7)(13\,19\,16\,18)(23\,24\,21\,14)(4\,11)(17\,22).$$

Combineremo adunque quest' ultima terna con le sostituzioni potenziali di G corrispondenti alle rappresentatrici d'ordine primo di sistemi di sostituzioni affini. Tali sarebbero le sostituzioni: $\mathfrak{S}_{13}$, $\mathfrak{S}_{5}$, $\mathfrak{S}_{20}^{2}$. Combinando le (E) con $\mathfrak{S}_{13}$ otteniamo il gruppo dato come eccezionale di sè medesimo. Combinandole con $\mathfrak{S}_{5}$ otteniamo il gruppo pari rappresentato dalla serie: 1, 2, 3, ... 12.

Combinandole finalmente con $\mathfrak{S}_{20}^{2}$ otteniamo il gruppo: (T_1, T_2, T_9, T_{11}) rappresentato dalla serie: 1, 4, 9, 11.

Problema. Dato un gruppo qualsivoglia, riconoscere se una certa sostituzione S sia o no contenuta in gruppi eccezionali del medesimo.

Risoluzione. Distribuiremo le sostituzioni del gruppo dato in sistemi $\mathfrak{S}$ di sostituzioni affini. Scriveremo in una prima linea le sostituzioni di quello fra i sistemi $\mathfrak{S}$ che contiene la sostituzione S. Scriveremo in una seconda linea i prodotti delle successive sostituzioni della prima per le successive potenze di S arrestandoci, per ogni sostituzione della prima linea, alla massima potenza di S alla quale corrisponda un prodotto non ancora scritto sia nella prima sia nella seconda linea. Formeremo poi una terza linea con tutte le sostituzioni non ancora scritte e complementari in sistemi $\mathfrak{S}$ a quelle della seconda. Dalla terza, per moltiplicazione, deriveremo una quarta linea come dalla prima derivammo la seconda, dalla quarta una quinta come dalla seconda la terza, e c. s.

Chiuso il ciclo delle operazioni, se le sostituzioni scritte in tutte le linee formeranno l'intero gruppo dato, la sostituzione S non apparterrà a sottogruppi eccezionali. Nel caso contrario, le sostituzioni scritte formeranno un sottogruppo eccezionale del quale farà parte la sostituzione S.

La descritta operazione equivale infatti per isomorfismo a quella descritta nel precedente problema, per mezzo della quale si riconoscerebbe se la sostituzione potenziale della S appartenga o no a sottogruppi eccezionali del gruppo potenziale isomorfo al gruppo dato.

Problema. Riconoscere se un dato gruppo sia semplice o composto.

Toglieremo una sostituzione da ognuno dei sistemi $\mathfrak{S}$ formati con sostituzioni d'ordine primo, e mediante l'operazione sopra descritta riconosceremo se essa appartenga o no a sottogruppi eccezionali.

Problema. Riconoscere se un dato gruppo transitivo sia o no primitivo.

Combineremo il gruppo delle sostituzioni le quali non ispostano un elemento arbitrario a con una delle sostituzioni che ad a subordinano b, poi con una di quelle che ad a subordinano c, e c. s., a fine di formare per ogni combinazione la minima serie contenente a ed inalterabile tanto per il gruppo delle sostituzioni che non ispostano a quanto per la sostituzione che si combina con questo gruppo. Se la sopra detta serie minima coincida costantemente con l'intera serie degli elementi del gruppo, quest' ultimo sarà primitivo, nel caso contrario esso sarà imprimitivo.

Estrazione della quassina e studî sulla sua costituzione.

Memoria di V. OLIVERI e A. DENARO

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia

nella seduta del 2 marzo 1884.

La quassina fu scoperta da Winckler, *Rep. Pharm.* v. 56, p. 85, nel legno della *quassia amara.* Egli la descrisse come sostanza priva di azoto, amarissima, cristallizzata in prismi bianchi ed opachi, che fondono pel calore. Wiggers, *Ann.* v. 21 p. 40, analizzandola ritrovò in media C 67,70 H. 6,90 per °/₀ , e le assegnò la formula $C_{10} H_{12} O_3$. Più tardi Goldschmidt e Weidel, *Vien. Akad. Ber.* v. 76, p. 386, volendo riprendere lo studio della quassina, tentarono prepararla, esaurendo con acqua calda il legno e le radici della *quassia amara*; ma ottennero invece una resina, dalla quale non poterono separare alcun corpo cristallizzato.

Queste le cognizioni sin oggi avute sulla quassina (¹); scarsissime in vero, attesa l'importanza, ch'essa va di giorno in giorno assumendo, nell'applicazione terapeutica. Dalle farmacie si somministra la quassina, detta estrattiva, ed il solfato di quassina; noi ce ne siamo provvisti dalla fabbrica di H. Trommsdorff all'oggetto di assicurarci se vi sia contenuta la quassina cristallizzata, e se essa formi combinazione coll'acido solforico. Ma contrariamente alle nostre speranze, dopo varî tentativi, non siamo arrivati ad ottenere la menoma quantità di sostanza cristallizzata, nè tampoco riscontrammo acido solforico, nel così detto solfato di quassina.

Fallite queste prove ci siamo messi alla ricerca di un facile e sicuro metodo di estrazione della quassina, dal legno della *quassia amara.* Ci siamo riusciti nel modo seguente:

1. *Preparazione della quassina.* In una grande caldaia di rame accuratamente stagnata, contenente 45 litri di acqua bollente, abbiamo immerso chilogramma 10 di legno quassio finamente tagliuzzato e lasciatolo in fusione per sei ore, curando di non farne presto disperdere il calore. Decantato il liquido, col legno rimasto abbiamo fatto un secondo trattamento simile. Il liquido ottenuto dai due trattamenti l'abbiamo fatto svaporare a blando calore, sino a ridurlo a 10 litri, poscia filtrato e dietro raffreddamento, precipitato con soluzione di acido tannico. Il precipitato di tannato di quassina, misto a quello degli alcali terrosi, proveniente dal legno e dall'acqua di fonte adoperata, l'abbiamo raccolto sopra un filtro, lavato bene, stemperato con acqua e aggiunta sufficiente quantità di carbonato di piombo, da farne una poltiglia, che poi abbiamo fatta disseccare a bagno-maria. Il miscuglio secco

(¹) Nel corso di queste ricerche, Christensen ha pubblicato nell'*Arch. Pharm.* (Ser. 3ª, vol. XX, p. 481) una Nota sulla *quassina.*

l'abbiamo per due volte spossato con alcool bollente, in un pallone con apparecchio a riflusso. La soluzione alcoolica distillata ci ha fornito un residuo, che col riposo abbandonò la quassina in cristalli inquinati da una resina che sempre l'accompagna. La quassina così ottenuta l'abbiamo purificata per ripetute cristallizzazioni da un miscuglio di acqua ed alcool. Quattro cristallizzazioni sono sufficienti per averla in stato di perfetta purezza e fusibile a 210-211°: infatti cristallizzandola frazionatamente in quattro porzioni, ciascuna l'abbiamo constatata fusibile a 210-211° ed all'analisi tutte e quattro ci han dato gli stessi risultati.

Nell'estrazione della quassina si deve prender cura, che lo svaporamento venga condotto a moderato calore, altrimenti si otterrebbe una sostanza resinosa incristallizzabile; e che le soluzioni non sieno mai alcaline, perchè queste sostanze l'alterano profondamente. Nelle preparazioni meglio riuscite con 30 chilogramma di legno, abbiamo ottenuto grammi dieci di quassina pura.

La quassina è una sostanza bianca in aghi finissimi di uno splendore madreperlaceo, appartenenti al sistema monoclino ed abbenchè la forma predominante sia quella del prisma obliquo a base rombica, nondimeno offre dei cristallini tabulari con forte tendenza a geminarsi in cristallini a forma di lancia; fonde a 210-211° (Christensen 205°) e si rapprende col raffreddamento in una massa amorfa coriacea. È solubilissima nell'alcool, acido acetico, anidride acetica, cloroformio, poco nell'etere; l'acqua a 22° ne scioglie per 100 gram. 0,2529. Questa soluzione all'aria assume un colorito giallastro, è neutra ai reattivi e non si colora colla soluzione di cloruro ferrico, devia a destra la luce polarizzata, riduce il liquore di Fehling, è amarissima e precipita in bianco col tannino.

La quassina si scioglie negli alcali e negli acidi concentrati, non si scioglie nei carbonati alcalini. Gli alcali l'alterano profondamente. Quando non è pura si altera alla luce convertendosi col tempo in una resina gialla friabile. I risultati delle analisi delle quattro frazioni state seccate, due nel vuoto sopra l'acido solforico e due a 105° sono i seguenti:

I. grammi 0,1942 di sostanza fornirono grammi 0,4643 di anidride carbonica e grammi 0,1345 di acqua;

II. grammi 0,1745 di sostanza diedero grammi 0,4122 di anidride carbonica e grammi 0,1212 di acqua;

III. grammi 0,2195 di sostanza diedero grammi 0,5250 di anidride carbonica e grammi 0,1435 di acqua;

IV. grammi 0,2538 di sostanza fornirono grammi 0,6074 di anidride carbonica e grammi 0,1766 di acqua;

Che portati alla composizione centesimale danno:

	I	II	III	IV	media
Carbonio . . .	65,19	65,44	65,23	65,24	65,27
Idrogeno . . .	7,62	7,68	7,28	7,72	7,57

Questi risultati non si accordano gran fatto colla formola data da Wiggers $C_{10}H_{12}O_5$ che richiede per cento:

Carbonio	66,66
Idrogeno	6,66

Nè tampoco con quella di Christensen $C_{31} H_{42} O_9$ che vuole per cento:

Carbonio 66,66
Idrogeno 7,58

Ma conducono alla formola $C_{16} H_{22} O_5$ o meglio $C_{32} H_{44} O_{10}$ (come vedremo in seguito) che richiedono per cento:

Carbonio 65,31
Idrogeno 7,48

Stabilita così la composizione centesimale della quassina, allo scopo di cumular fatti, dai quali si potesse detegere la natura chimica di essa, abbiamo intrapreso una serie di esperienze, i cui risultati formano l'oggetto di questa nostra Memoria.

2. *Azione dell' acido solforico.* Fondandoci sulla proprietà riduttrice della quassina, siamo caduti nel sospetto di avere tra le mani un glucoside; onde abbiamo incominciato le nostre esperienze, col tentare di sdoppiarla, operando nel modo seguente.

Grammi cinque di quassina fus. 210-211° messi in un pallone con 50 grammi di acqua distillata e grammi 2 di acido solforico, li abbiamo riscaldati per 24 ore a 90°, indi la soluzione ancor calda l'abbiamo filtrata, per togliervi la resina che si era formata durante il riscaldamento. L'indomani nella soluzione filtrata abbiamo constatato il deposito di una sostanza gialliccia a forma di piccoli panetti, i quali lavati con acqua fredda e disciolti nell'alcool puro bollente si sono depositati col raffreddamento in forma di piccole concreazioni, che osservate al microscopio non offrivano struttura cristallina. L'impiego di altri solventi fu inutile ad ottenerli cristallizzati; ma disciogliendoli in un miscuglio bollente di acqua ed alcool, col raffreddamento si è depositata la quassina in cristalli ben definiti e fusibili a 210-211°.

Le acque madri solforiche, le abbiamo neutralizzate con carbonato di piombo, quindi filtrate e sottomesse all'azione dell'idrogeno solforato, scacciato l'eccesso di questo colla ebollizione e nuovamente filtrate; nel soluto abbiamo cercato invano ritrovarci la presenza del glucosio.

Il prodotto amorfo dall'azione dell'acido solforico sulla quassina, purificato come sopra fu detto, venne disseccato nel vuoto sull'acido solforico ed analizzato.

Esso ci ha fornito i seguenti dati:

Grammi 0,2127 sostanza diedero grammi 0,5268 di anidride carbonica e grammi 0,1477 di acqua.

Cioè per cento:

Carbonio 67,41
Idrogeno 7,51

Risultati che ci portano alla formola $C_{32} H_{42} O_9$ che richiede per cento:

Carbonio 67,37
Idrogeno 7,37

Per dare una spiegazione a questo fatto dobbiamo ammettere che in tale reazione la quassina perda una molecola di acqua da due molecole riunite se la sua formola è $C_{16} H_{22} O_5$, oppure da una sola molecola se la sua formola è doppia.

Infatti $(C_{16} H_{22} O_5) 2 - H_2 O = C_{32} H_{42} O_9$.

In qualunque delle due formole di questo nuovo composto, avendo la composizione della quassina meno H_2O e la proprietà di riprendersi la molecola di acqua perduta, quante volte viene bollita con acqua, ripristinando la quassina, dobbiamo ritenerlo la sua anidride, e per cui lo chiameremo quasside. La quasside $C_{32}H_{42}O_9$ è una sostanza bianca amorfa amarissima, riduce anch' essa le soluzioni dei sali di rame in presenza degli alcali, non contiene acido solforico e fonde verso 192-194°.

Cade qui in acconcio richiamare le esperienze di Christensen dirette nello stesso senso (*Arch. Phar.* [S. 3] v. 20, p. 481). Egli dice avere ottenuto un corpo fusibile a 287° che all'analisi gli fornì il 67,14 °/₀ di carbonio ed il 6,95 °/₀ d'idrogeno e gli assegnò la formola $C_{31}H_{38}O_9$; avendo dato alla quassina quella di $C_{31}H_{42}O_9$, lo riguarda come quassina meno 4 atomi d'idrogeno, che ritiene aver perduto per l'azione prolungata dell' acido solforico diluito. Noi non possiamo accettare questo fatto nè questa interpetrazione: primo perchè in nessun verso, anco cercando di metterci nelle identiche condizioni indicate da Christensen siamo riusciti ad ottenere il composto fusibile a 287°; secondo perchè sin oggi non abbiamo notizia alcuna che l' acido solforico diluito agisca come ossidante, togliendo cioè idrogeno alle sostanze con cui viene messo in contatto.

Mentre i risultati della nostra esperienza trovano una felice spiegazione consentanea alle cognizioni attuali della chimica, nell'ammettere che la quassina, dotata di ossidrili alcoolici, elimini da essi, per l'azione dell'acido solforico, una molecola di acqua, dando luogo alla formazione della sua anidride; il fatto che la quasside bollita con acqua ripristina la quassina, ed il suo punto di fusione collocato più basso, rafforzano vieppiù queste nostre vedute.

3. *Azione dell' anidride acetica.* Per constatare l'esistenza nella quassina di ossidrili alcoolici abbiamo disciolto grammi due di quassina nell'anidride acetica, e fattala bollire per quattro ore in un pallone con apparecchio a ricadere. Col raffreddamento ed aggiunta di acqua dopo tempo venne a deporsi una sostanza amorfa che avea tutte le apparenze ed il punto di fusione comune colla quasside e come questa tutte le volte sciogliesi in un miscuglio bollente di acqua ed alcool; col raffreddamento cristallizzava la quassina fus. a 210°-211°. Fallito lo scopo di ottenere, con tal metodo, un derivato acetilico, abbiamo ripetuto l'esperienza aggiungendo alla soluzione della anidride acetica un poco di acetato sodico fuso. Riscaldato il miscuglio, avvenne una viva reazione, che parve aver dato origine a varî prodotti che per la lor poca quantità non potemmo esaminare nè tampoco separare. Noi ci proponiamo fare uno studio speciale di questa reazione che pubblicheremo in una Nota separata.

4. *Azione del bromo sulla quassina.* Allo scopo di mettere in relazione la formola della quassina colla composizione di un suo derivato bromurato, abbiamo intrapreso lo studio dell'azione del bromo sulla quassina.

Sopra tre grammi di quassina sciolta nell'acido acetico glaciale, abbiamo versato goccia a goccia, agitando spesso, una soluzione acetica di bromo, fino a che questo non venne più assorbito; in seguito abbiamo riscaldato leggermente per qualche minuto e precipitato il prodotto con molta acqua; il precipitato raccolto sopra un filtro l'abbiamo lavato fino a che le acque di lavaggio non arrossavano le carte

di tornasole. L'uso di qualunque solvente caldo deve eliminarsi perchè il prodotto si resinifica.

Questo composto bromurato, purificato per lavaggio, si presentava sotto forma di una polvere gialliccia, più amara della quassina, fusibile con decomposizione verso 155°.

All'analisi ci ha fornito risultati soddisfacenti, infatti:

I. Grammi 0,1760 di sostanza diedero grammi 0,3066 di anidride carbonica e grammi 0,823 di acqua.

II. Grammi 0,2898 di sostanza diedero grammi 0,2036 di bromuro di argento.

Che corrispondono per cento:

	I	II
Carbonio	47,52	» »
Idrogeno	5,17	» »
Bromo	» »	29,88

Che conducono alla formola del composto tribromurato $C_{32} H_{41} Br_3 O_9$ che richiede:

Carbonio	47,48
Idrogeno	5,06
Bromo	29,66

Cioè la quasside tribromurata. La reazione si può concepire in due modi.

1. Che per l'azione sola o simultanea dell'acido acetico e del bromo sulla quassina, pria si elimina una molecola di acqua e poscia si sostituiscono tre atomi di bromo a tre atomi d'idrogeno della quasside formatasi, e la formola del composto sarebbe $C_{32} H_{39} Br_3 O_9$.

2. Oppure che i tre atomi di bromo si sostituiscono nella quassina, un atomo ad un ossidrile e gli altri due atomi a due atomi d'idrogeno, ed allora la formola sarebbe $C_{32} H_{41} Br_3 O_9$.

Sì l'una che l'altra delle due formole si adattano bene ai risultati delle analisi; e ci obbligano a scrivere la quassina colla formola doppia, poichè con quella semplice non si potrebbe spiegare la formazione della tribromoquasside.

5. *Azione dell' acido nitrico fumante.* Sopra una soluzione acetica di quassina abbiamo fatto cadere goccia a goccia un poco più della quantità, in rapporti molecolari, di acido nitrico fumante; per aiutare la reazione riscaldammo per un quarto d'ora a 80° poco dopo cominciò a deporsi una sostanza gialliccia, che per aggiunta di acqua si è completamente precipitata. Raccolta sul filtro e lavata ripetutamente con acqua distillata e premuta fra carta, venne disciolta nell' alcool bollente, da cui si depose, dopo raffreddamento, sotto forma di una polvere lievemente giallastra, che fuse a 130°. Essa non venne analizzata, ma vi constatammo la presenza dell' azoto. Si scioglie facilmente nella potassa, dalla quale gli acidi la precipitano allo stato di molta alterazione.

6. *Azione dell' acido cloridrico.* Grammi tre di quassina pura e grammi 30 di acido cloridrico fumante, messi in un tubo di vetro, chiuso alla lampada, vennero riscaldati, per quattro ore, a 100°; aperto il tubo si notò un abbondante sviluppo di gas, che nelle ulteriori preparazioni venne raccolto. La soluzione cloridrica diluita con acqua abbandonava, pria una materia resinosa, che venne separata, e dopo una sostanza bianca sotto forma di piccoli grumi, che raccolti e lavati con

poca acqua fredda, vennero purificati per ripetute cristallizzazioni dall'alcool bollente, nel quale sono i meno solubili della quassina.

È in piccoli aghi prismatici incolori di uno splendore serico, fonde a 245°. Riduce il liquore di Fehling ed in soluzione ammoniacale, riduce anche a freddo il nitrato di argento. La sua soluzione acquosa ha reazione acida e decompone i carbonati alcalini con sviluppo di CO_2.

Il gas sprigionatosi all'apertura del tubo è infiammabile e bruciava con fiamma orlata in verde, caratteristica dei cloruri alcoolici, con i quali ne ha comune l'odore.

L'analisi ci ha fornito i seguenti risultati:

Grammi 0,2385 sostanza produssero grammi 0,5565 di anidride carbonica e grammi 0,1589 di acqua.

Che corrispondono per cento:

Carbonio 63,87
Idrogeno 7,47

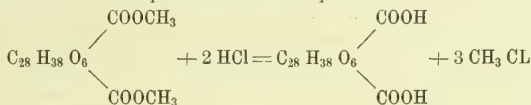
Che ci portano alla formola $C_{15} H_{20} O_5$ o meglio $C_{30} H_{40} O_{10}$ che richiedono per cento:

Carbonio 64,28
Idrogeno 7,14

I caratteri marcatamente acidi di questo nuovo composto, la formazione contemporanea di un cloruro alcoolico e la sua composizione centesimale che ci permise di assegnarle la superiore formola ci inducono a ritenerlo come un acido prodotto dalla saponificazione della quassina secondo l'equazione:

$$C_{28} H_{38} O_6 \begin{cases} COOCH_3 \\ COOCH_3 \end{cases} + 2\,HCl = C_{28} H_{38} O_6 \begin{cases} COOH \\ COOH \end{cases} + 3\,CH_3\,CL$$

se la formula è doppia.

$$C_{14} H_{19} O_3 - COOCH_3 + HCl = C_{14} H_{19} O_3 - COOH + CH_3\,Cl$$

se la sua formula è semplice.

Noi chiameremo questo composto *acido quassico* e considereremo la quassina come il suo etere metilico, cioè il quassato dimetilico.

Il poco rendimento che si ha dalla saponificazione della quassina, ed i i scarsi mezzi di cui possiamo disporre, ci vietano, per ora, di preparare una certa quantità di acido quassico, necessaria per lo studio completo di esso.

Abbiamo dunque sospeso questo studio, e continuate altre ricerche eseguibili con minor materiale. Abbenchè non abbiamo ottenuto risultati completamente attendibili, pure li accenniamo, se non altro, per far conoscere quanto poco si presti questa sostanza alle trasformazioni nette.

Infatti sottomettendo la quassina all' azione dell' idrogeno nascente, dall' amalgama di sodio, si ottiene un prodotto vischioso incristallizzabile. La potassa in fusione la scioglie senza dar prodotti analizzabili. Per l' azione dell' anidride cromica sulla quassina in soluzione acetica, essa si distrugge completamente. Fatta bollire, per lungo tempo con un miscuglio di 3 parti di acqua ed 1. p. di acido nitrico si ricava una sostanza vischiosa da cui non si potè estrarre nessun corpo cristallizzato.

7. *Distillazione della resina di quassina colla polvere di zinco.* Nel preparare la quassina abbiamo ottenuto circa grammi settanta di resina gialla amarissima, che con molta probabilità prese origine dall'alterazione della quassina stessa. Sotto questa veduta ed all'oggetto di avere un indizio sul nucleo costituente la quassina, abbiamo distillato questa resina colla polvere di zinco. In ogni distillazione impiegavamo grammi dodici di resina polverizzata e mista intimamente a grammi 180 di polvere di zinco. La distillazione veniva eseguita in una canna da combustione e completata in cinque operazioni ricavandone in totale venti c. c. di un liquido oleoso colorato in bruno.

Per separarne le sostanze in esso contenute e purificarle, l'abbiamo fatto bollire col sodio in un pallone con apparecchio a ricadere, sino a tanto che l'aggiunta di un altro pezzetto di sodio, manteneva l'apparenza metallica. Poscia l'abbiamo distillato frazionatamente. Una piccola porzione passò a circa 110°; poi il termometro risalì rapidamente e distillò altra porzione fra i 170°-190°; una terza porzione passò fra i 220°-250°.

Noi abbiamo esaminato la porzione bollente fra 170-190° che venne nuovamente distillata e raccolta fra 173°-178°. Nel residuo del palloncino abbiamo distinto una sostanza cristallizzata, che separammo dall' olio comprimendola fra carta. Cristallizzata dall'alcool fuse fra 76-78°; per questo punto di fusione e pel suo odore caratteristico l'abbiamo identificato per naftalina.

Le porzioni bollenti sopra 110° e quelle al disopra di 220° non poterono essere analizzate.

La porzione bollente fra 173-178° bruciata con ossido di rame ci ha fornito i seguenti dati:

Grammi 0,1830 di sostanza diedero grammi 0,5971 di anidride carbonica e grammi 0,1849 di acqua.

Che riportati alla composizione centesimale danno:

Carbonio	88,99
Idrogeno	11,23

Dati che si avvicinano alla composizione di un idrocarburo alla formola $C_{11} H_{16}$ che vuole per cento:

Carbonio	89,18
Idrogeno	10,82
	100,00

Alla esposizione di queste nostre esperienze per ora non facciamo seguire considerazione alcuna; ritenendo che i fatti da noi accumulati, se sono sufficienti ad indicare la via che deve tenersi per arrivare alla conoscenza della costituzione della quassina, non bastano per poterli discutere.

Le curve limite di una varietà data di curve.

Memoria del prof. G. ASCOLI

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 3 febbraio 1884.

INTRODUZIONE

Desideroso di occuparmi con qualche cura della teorica delle funzioni a più variabili, cominciando da quella di due, mi pare conveniente il far precedere a tale studio alcune ricerche preliminari. Fra queste sono da porsi le seguenti:

I. Un' esatta definizione del concetto di curva piana ed uno studio delle proprietà di quest'ultima.

II. La ricerca delle curve limite di una varietà data di curve.

Il primo di questi problemi non mi sembra superfluo, poichè, a mio credere, non è ancora ben definito il concetto di curva piana, quando si prenda nel suo significato più generale.

I due problemi enunciati sono il soggetto di questo lavoro, che è quindi diviso in due parti, l'una riguarda il primo quesito, l' altra il secondo.

Nel capitolo I della prima parte chiamo ramo di curva di prima classe una varietà di punti che risponde a quattro caratteristiche $\underbrace{\alpha}$, $\underbrace{\beta}$, $\underbrace{\gamma}$, $\underbrace{\delta}$, l'una indipendente dall'altra nell'ordine enunciato. Definisco quindi nel capitolo successivo il ramo di curva di classe $r (> 1)$ e quello di classe non assegnabile.

La definizione data nel cap. I non è la più generale [1], è però, a mio credere almeno, sufficiente ad uno studio accurato delle funzioni a due variabili.

Sebbene le proprietà contenute nei capitoli III e IV sieno così note da sembrare del tutto superflua la loro esposizione, tuttavia non volli tralasciare di occuparmene, perchè mi parve opportuno il far vedere come esse si deducano soltanto dalle caratteristiche del ramo di prima classe. I capitoli successivi della prima parte non demeritano forse di essere considerati.

La seconda parte di questo lavoro mi sembra di qualche importanza tanto in sè quanto per le deduzioni che se ne può trarre nella teorica delle funzioni a due variabili. Essa contiene in germe, se pur non mi illudo, un metodo pel Calcolo delle Variazioni forse più esatto dell' ordinario [2].

In calce alla Memoria ho aggiunto delle Note che sono di complemento ad alcune tra le ricerche della medesima.

[1] Nella prima delle Note do una definizione più generale.

[2] Mi piace l' osservare che, se per avventura il presente lavoro contiene qualche concetto interessante, esso va cercato principalmente in questa Parte.

PARTE PRIMA

Sul concetto di curva piana a distanza finita.

I. *Del ramo di curva di prima classe.*

1. Diremo *ramo di curva di prima classe* o più semplicemente *ramo di prima classe* od anche *ramo* soltanto un sistema di punti sito in un piano e dotato delle seguenti proprietà:

$\underset{\smile}{\alpha}$ Che si possa assegnare un segmento di retta ab tale, che in ciascuno dei suoi punti si projetti ortogonalmente un punto solo dell'insieme dato.

I punti che si projettano in a ed in b si diranno gli estremi del ramo. Assunta la retta ab per asse X ed una normale alla medesima per asse Y, la varietà considerata da origine ad una funzione $y = f(x)$ definita in ciascun punto di ab. La imagine di una funzione eguale ad uno in ogni punto di ascissa commensurabile dell'intervallo ab ed a due in ognuno degli altri determina un aggregato di punti che soddisfa alla condizione $\underset{\smile}{\alpha}$.

$\underset{\smile}{\beta}$ Il complesso dato abbia in ciascun punto che si projetta tra a e b (¹) una tangente anteriore o posteriore.

Dicendo la varietà data ammette in un suo punto particolare (x, y) $(a < x < b)$ una tangente anteriore, voglio significare che la retta, la quale congiunge i due elementi (x, y) $(\overline{x+h}, \overline{y+k})$ $(h > 0)$ dell'insieme considerato, tende ad una posizione limite all'annullarsi della quantità h. Se quest'ultima fosse negativa, direi che il complesso proposto ha una tangente posteriore nel punto (x, y). Nel nostro caso dico poi che una retta tende ad una posizione limite quando, uscendo sempre da uno stesso punto, si può tracciare per quest'ultimo una retta in guisa, che l'angolo della prima con la seconda sia infinitesimo con h.

Se consideriamo i punti pei quali $y^2 + (x-1)^2 = 1$ $(y \geq 0)$ (²), tolti quelli le cui ascisse sono della forma 1 ± 2^{-n} $(n = 1, 2, 3, \ldots)$, ove la quantità y sia eguale a due (³), otterremo un aggregato che soddisfa alla condizione $\underset{\smile}{\alpha}$ ma non alla condizione $\underset{\smile}{\beta}$, perchè nel punto $(1, 1)$ non ha una tangente anteriore o posteriore. Se però la eccezione fosse soltanto pei punti di ascissa $1 - 2^{-n}$ $(n = 1, 2, 3, \ldots)$, sarebbe soddisfatta la condizione $\underset{\smile}{\beta}$ rispetto alla tangente anteriore.

(¹) Cioè nel tratto $\overline{a+0}\ \overline{b-0}$.

(²) Il supporre note la retta e la circonferenza nonchè le loro rappresentazioni analitiche non lede manifestamente la generalità delle nostre ricerche.

(³) La quantità y è eguale ad uno nel punto $x=1$, perchè la espressione 1 ± 2^{-n} non raggiunge per nessun valore intero di n il valore uno.

$\underset{\smile}{\gamma}$ La tangente trigonometrica $\varphi(x)$ dell'angolo che la tangente anteriore o posteriore fa con l'asse X sia una funzione continua nell'intervallo $\overline{a+0}\ \overline{b-0}$, fatta astrazione di un numero limitato di punti (¹) ed altrettanto abbia luogo della funzione $f(x)$. Il segmento ab poi sia divisibile in un numero assegnabile di parti, entro ciascuna delle quali la $\varphi(x)$ sia sempre crescente o decrescente, quando non sia costante.

La funzione

$$t = \int_{\alpha}^{x} f_1(\alpha)\,d\alpha\,,$$

ove la espressione $f_1(\alpha)$ è sempre crescente nell'intervallo ab finita e discontinua in un gruppo ovunque compatto di punti, soddisfa alla prima condizione ed alla seconda ma non alla terza. Rammento che un gruppo ovunque compatto di ab è un complesso tale di punti, che in ogni parte del segmento ab ne cade almeno uno, e quindi quanti si vogliono. La derivata anteriore della espressione t è nel punto particolare $x\,(< b, \geq a)$ $f_1(x+0)$, la posteriore $f_1(x-0)$ $(a < x \leq b)$.

I punti pei quali $y^2 + (x-1)^2 = 1$ $(y \geq 0)$, esclusi quelli le cui ascisse sono α_1, $\alpha_{\prime\prime}, \ldots$, α_n $(0 < \alpha_1 < \alpha_2 < \ldots . < \alpha_n < 2)$, ove si abbia $y = 3$, costituiscono un insieme che soddisfa alle condizioni $\underset{\smile}{\alpha}$, $\underset{\smile}{\beta}$, $\underset{\smile}{\gamma}$, anzi rispetto alle due ultime si può far parola tanto della tangente anteriore che posteriore. Il parametro angolare della tangente anteriore e quello della posteriore non hanno significato in ciascuno dei punti α_1, $\alpha_2, \ldots$, α_n.

A questo punto delle nostre convenzioni torna inutile il distinguere la derivata anteriore dalla posteriore in virtù del noto teorema:

Se la funzione continua $p(x)$ è dotata di una derivata continua anteriore o posteriore $p_1(x)$ nel tratto $\overline{m+0}\ \overline{n-0}$, la $p(x)$ sarà la derivata ordinaria della $p(x)$ nel segmento considerato, e quindi rispettivamente anche la posteriore o l'anteriore.

$\underset{\smile}{\delta}$ La funzione $f'(x)$ vada all'infinito in ciascun punto del segmento $\overline{a+0}\ \overline{b-0}$ in cui è discontinua e da ambo le parti, non muti segno e sia integrabile. La integrabilità della derivata abbia luogo anche agli estremi del tratto ab.

Se $a < c < b$, la funzione

$$f(x) = \int_{a}^{x} \frac{d\alpha}{(\alpha - c)^2},\ a \leq x < c\,, = \int_{b}^{x} \frac{d\alpha}{(\alpha - c)^2},\ c < x \leq b\,,$$

soddisfa alle condizioni $\underset{\smile}{\alpha}, \underset{\smile}{\beta}, \underset{\smile}{\gamma}$, quando si dia al simbolo $f(c)$ un valore arbitrario, ma non alla condizione $\underset{\smile}{\delta}$, perchè la derivata $f'(x)$ non è integrabile nel punto c. L'insieme delle due circonferenze $y^2 + (x-1)^2 = 1$, $y^2 + (x-3)^2 = 1$ $(y \geq 0)$ non determina un ramo di curva di prima classe, perchè la derivata va all'infinito nel

(¹) Con la locuzione *un numero limitato di punti* intendo dire anche un numero nullo.

punto di ascissa due non mantenendo lo stesso segno. Un arco qualsivoglia di una circonferenza non maggiore della sua metà dà origine ad un ramo di curva.

La proprietà $\underset{\smile}{\alpha}$ può essere soddisfatta mentre non lo sono le altre tre; così pure possono essere soddisfatte le due prime e non le due ultime, le tre prime e non la quarta.

Sotto questo punto di vista le condizioni $\underset{\smile}{\alpha}, \underset{\smile}{\beta}, \underset{\smile}{\gamma}, \underset{\smile}{\delta}$ sono tra loro indipendenti, esse si diranno le caratteristiche del ramo di curva di prima classe.

Adunque una varietà di punti nel piano costituirà un ramo solo nel caso in cui sieno soddisfatte le quattro condizioni accennate.

Si dirà poi ramo elementare un ramo di curva non sito sopra e sotto all'asse X di cui la derivata prima non muta segno ed è ognora crescente o decrescente, quando non mantenga lo stesso valore. È manifesto che un ramo si scinde in un numero limitato di rami elementari.

Si avrebbe potuto definire più semplicemente il ramo di prima classe dicendo che è l'insieme dei punti imagine della equazione $y=f(x)$, essendo la $f(x)$ una funzione continua nel tratto $\overline{ab}$ e dotata di una derivata anteriore o posteriore nell'intervallo $\overline{a+0}\ \overline{b-0}$, scevra da infiniti massimi e minimi e continua, tolto un numero limitato di punti in ciascuno dei quali va da ambo le parti all'infinito mantenendo lo stesso segno. La funzione $f'(x)$ non dee avere un valore costante in un numero illimitato di parti tra loro sconnesse del segmento ab [1].

II. *Del ramo di curva di classe $r\,(>1)$ e di classe non assegnabile.*

1. Se oltre ad essere soddisfatte le condizioni $\underset{\smile}{\alpha}, \underset{\smile}{\beta}, \underset{\smile}{\gamma}, \underset{\smile}{\delta}$ il simbolo $f''(x)$ rappresenta una funzione continua generalmente parlando nel tratto ab, cioè tale senza escludere una eccezione per un numero limitato di punti, in guisa, che il segmento ab possa dividersi in un numero assegnabile di parti entro ciascuna delle quali la $f''(x)$ sia crescente o decrescente oppure costante, il ramo $y=f(x)$ si dirà della seconda classe. Se poi anche il segno $f'''(x)$ ha delle proprietà analoghe a quelle dell'altro $f''(x)$, il ramo considerato si dirà della terza classe, e così via. È manifesto che il ramo $y=f(x)$ potrà essere di classe non assegnabile.

Un ramo della classe r^a si dirà elementare quando nessuna delle derivate $f^{(t)}(x)$ $(t=0,1,2,\ldots,r)$ assume valori positivi e negativi, mentre la funzione $f^{(r)}(x)$ è sempre crescente o decrescente, quando non sia ognora costante. Ne consegue che altrettanto avviene di ciascuna delle espressioni $f^{(r-1)}(x), f^{(r-2)}(x), \ldots,$ $f'(x), f(x)$. È manifesto poi che un ramo della classe r^a si può decomporre in un numero limitato di rami elementari della stessa classe.

Un ramo di classe non assegnabile si dirà elementare in un tratto ab, quando esso sia un ramo elementare della classe r^a in ab, essendo r numero fisso

(1) V. la Nota I.

scelto del resto ad arbitrio, ad esempio, la funzione sen$x$ nel segmento $0\frac{\pi}{2}$.
Non ogni ramo di classe non assegnabile si scinde in un numero limitato di rami elementari della stessa classe. La funzione sen$x$ dà origine a due rami elementari nell'intervallo 0π, l'uno nel tratto $0\frac{\pi}{2}$, nel segmento $\frac{\pi}{2}\pi$ l'altro. All'incontro l'espressione

$$\varphi = x - \frac{x^2}{2} + 3x^3 - \frac{x^4}{4} + 5x^5 - \frac{x^6}{6} + 7x^7 - \frac{x^8}{8} + \dots$$

considerata nel segmento $-a+a$ $(a<1)$ rappresenta un ramo di classe non assegnabile, che non può spezzarsi in un numero limitato di rami elementari di classe non assegnabile.

Infatti, la funzione φ è continua nell'intervallo indicato e scevra da infiniti massimi e minimi ed altrettanto ha luogo in particolare con ciascuna sua derivata. Ora, se fosse possibile di decomporre il tratto $-a+a$ in un numero finito di parti per modo, che in ognuna di esse la φ si comportasse come un ramo elementare, potrei fissare a destra dell'origine un tratto nel quale ogni derivata non muta di segno. Tal fatto però non avviene, perchè si ha

$$\frac{d^n\varphi}{dx^n} = -\frac{\Pi(n)}{n} + \frac{\Pi(n)}{n}\frac{n(n+1)^2}{1}x - \frac{\Pi(n)}{n}\frac{n(n+1)}{2}x^2 + \frac{\Pi(n)}{n}\frac{n(n+1)(n+2)(n+3)^2}{2.3}x^3 - \dots$$
$$- \frac{\Pi(n)}{n}\frac{n(n+1)(n+2)(n+3)}{2.3.4}x^4 + \frac{\Pi(n)}{n}\frac{n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)(n+5)^2}{2.3.4.5}x^5 - \dots$$
$$= -\frac{\Pi(n)}{n}\left(1 - \frac{n(n+1)^2}{1}x + \frac{n(n+1)}{2}x^2 - \frac{n(n+1)(n+2)(n+3)^2}{2.3}x^3 + \frac{n(n+1)(n+2)(n+3)}{2.3.4}x^4 - \dots\right),$$

quando n indichi un numero pari.

Poniamo $x=(n+1)^{-2}$ ed otterremo

$$\left(\frac{d^n\varphi}{dx^n}\right)_{x=(n+1)^{-2}} = -\frac{\Pi(n)}{n}\left(1 - n + \frac{n(n+1)}{2(n+1)^4} - \frac{n(n+1)(n+2)(n+3)^2}{2.3(n+1)^6} + \frac{n(n+1)(n+2)(n+3)}{2.3.4(n+1)^8} - \dots\right)$$
$$= -\frac{\Pi(n)}{n}\left(1 - n + \sum_1 s\frac{n(n+1)\dots(n+2s-1)}{2.3.4\dots 2s(n+1)^{4s}} - \sum_2 s\frac{n(n+1)\dots(n+2s-1)^2}{2.3.4\dots(2s-1)(n+1)^{4s-2}}\right).$$

Il termine generale della serie

$$\sum_2 s\frac{n(n+1)(n+2)\dots(n+2s-1)^2}{2.3.4\dots(2s-1)(n+1)^{4s-2}}$$

può mettersi nell'aspetto

$$\frac{(n+2s-1)^2}{(n+1)^{2s-1}}\cdot\frac{n(n+1)(n+2)\dots(n+2s-2)}{1.2.3\dots(2s-2)(2s-1)}\cdot\frac{1}{(n+1)^{2s-1}}.$$

Ma, l'aggregato

$$\sum_2 s\frac{(n+2s-1)^2}{(n+1)^{2s-1}}$$

converge per ogni valor particolare dell'intero n, e si annulla al crescere indefinito del quoto $\frac{1}{n}$, mentre la quantità

$$\frac{n(n+1)(n+2)\dots(n+2s-2)}{1.2.3\dots(2s-1)}\frac{1}{(n+1)^{2s-1}} = \frac{n}{1.(n+1)}\cdot\frac{(n+1)}{2(n+1)}\cdots\frac{(n+2s-2)}{(2s-1)(n+1)}$$

non è maggiore di uno.

Di conseguenza:

$$\lim_{n=\infty} \sum_2 s \frac{n(n+1)(n+2)\dots(n+2s-1)^2}{2.3.4\dots(2s-1)(n+1)^{4s-2}}=0,$$

come pure

$$\lim_{n=\infty} \sum_1 s \frac{n(n+1)(n+2)\dots(n+2s-1)}{2.3.4\dots 2s(n+1)^{4s}}=0.$$

Ogni derivata di ordine pari è nelle estreme vicinanze del punto $+0$ negativa, cioè in un tratto della forma $0\varepsilon_n$, la quantità ε_n essendo infinitesima con $\frac{1}{n}$, mentre a destra del punto ε_n essa è positiva, purchè la grandezza ε_n sia scelta in modo conveniente.

Un punto di discontinuità della funzione $f^{(r)}(x)$ appartiene anche all'altra $f^{(r+1)}(x)$, quando il ramo contemplato non sia di classe inferiore alla $(r+1)^a$. Il numero delle discontinuità della $f^{(r)}(x)$ è quindi una funzione $\varphi(r)$ scevra da infiniti massimi e minimi, la quale di conseguenza tende ad un limite oppure va all'infinito con r, se il ramo dato non è di classe assegnabile.

Ora, ammesso che avvenga il primo caso, consideriamo un tratto pq di ab, in cui la espressione $f^{(r)}(x)$ sia continua per ogni valor particolare dell'intero r. In tale ipotesi la funzione $f^{(r)}(x)$ sarà finita nell'intervallo pq, qualunque sia il numero r, oppure ciò non ha luogo; valgano ad esempio rispettivamente le funzioni e^x ed $a^x (a>e)$ in un tratto qualsivoglia.

2. Non credo inopportuno il rammentare il teorema:

Se $f(x)$ è una funzione continua nel tratto pq insieme ad ogni sua derivata, mentre non può determinarsi un punto di pq in cui da un numero assegnabile m sia $f^{(m)}=f^{(m+1)}=\dots=0$, sarà la $f(x)$ scevra da infiniti massimi e minimi e così pure ogni sua derivata.

Indico con $k(x_1)$ il minimo numero superiore a zero pel quale la quantità $f^{(k)}(x_1)$ non è nulla, essendo x_1 un punto determinato del segmento pq scelto del resto ad arbitrio. Ciò posto, si può fare

$$f'(x_1+h)=\frac{h^{k-1}}{1.2\dots(k-1)}\overset{(k)}{f}(x_1)+\frac{h^k}{1.2\dots k}\overset{(k+1)}{f}(x_1)+\dots+\frac{h^{n-1}}{1.2\dots(n-1)}\overset{(n)}{f}(x_1)+\frac{h^n}{1.2\dots n}\overset{(n+1)}{f}(x_1+\theta h),$$

$$=\frac{h^{k-1}}{1.2\dots(k-1)}\left(\overset{(k)}{f}(x_1)+\frac{h}{k}\overset{(k+1)}{f}(x_1)+\dots+\frac{h^{n-k+1}}{k(k+1)\dots n}\overset{(n+1)}{f}(x_1+\theta h)\right).$$

Se il punto x_1 è nell'interno dell'intervallo pq la quantità h potrà essere positiva o negativa, se ad uno degli estremi di un segno soltanto.

Ora, ove la $f(x)$ fosse dotata di un numero illimitato di massimi e minimi, io potrei assegnare un punto x' in pq nelle estreme vicinanze del quale essa ne avrebbe un numero non assegnabile, mentre la $f'(x)$ si annullerebbe tante volte quanto si vuole. Nel punto x' non reggerebbe quindi lo sviluppo che precede; l'asserto è dunque vero per la funzione data, ed in modo analogo si dimostra per ogni derivata.

È chiaro poi che nessuna delle funzioni $f^{(t)}(x)$ $(t=0, 1, 2, 3, \dots)$ ha un valore costante in una parte di pq.

Nelle ipotesi nel nostro teorema la relazione $y=f(x)$ rappresenta un ramo di curva di classe non assegnabile nel segmento pq.

Ha luogo anche la proposizione:

Se $f(x)$ è una funzione continua nel tratto pq insieme alle derivate $f^{(t)}(x)$ $(t=1, 2, ..., n)$, e se non può assegnarsi un punto in guisa, che tutte le quantità $f^{(t)}(x)$ $(t=1, 2, .., n)$ sieno nel medesimo nulle, sarà essa priva da infiniti massimi e minimi.

Infatti, se l'asserzione non fosse vera, esisterebbe un punto x' del tratto pq nelle estreme vicinanze del quale la $f(x)$ sarebbe dotata di un numero illimitato di massimi e minimi. Ora, la quantità $f'(x')$ è o meno diversa dallo zero; nel primo caso la $f(x)$ è crescente o decrescente nel punto x', nel secondo, detta $f^{(k)}(x)$ $(2 \leq k \leq n)$ la prima delle derivate che non si annulla in x', si avrà

$$f'(x'+h) = \frac{h^{k-1}}{1.2...(k-1)} \overset{(k)}{f}(x'+\theta h) = \frac{h^{k-1}}{1.2...(k-1)} \left(\overset{(k)}{f}(x') + \varepsilon(x', h) \right).$$

La grandezza $f^{(k)}(x')$ non è per ipotesi nulla, e la quantità $\varepsilon(x', h)$ è di quella piccolezza che si vuole da valore opportuno di h; il secondo membro della precedente eguaglianza non va quindi a zero tante volte quanto si vuole in un tratticello contenente il punto x', la qual cosa dovrebbe pur avvenire se la $f(x)$ avesse infiniti massimi e minimi vicino all'elemento x'.

Se l'intero n è maggiore di uno, la $f(x)$ rappresenta un ramo di prima classe, quando tutte le funzioni $f^{(t)}(x)$ $(t=2, 3, ..., n)$ non si annullino in uno stesso punto, ne rappresenterebbe uno di seconda, se le funzioni $f^{(t)}(x)$ $(t=3, 4, ..., n)$ non hanno uno zero comune nel segmento pq (¹).

III. *Alcune proprietà del ramo di prima classe.*

1. Giova studiare alcune proprietà del ramo di prima classe che sono conseguenze delle caratteristiche. Suppongo per semplicità che il ramo cada nel primo quadrante.

Teorema I. Se (x, y) ed $\overline{(x+h}, \overline{y+k)}$ $(a < x < b)$ sono due punti del ramo dato, la quantità $\frac{k}{h}$ tende ad uno stesso limite tanto per $h=+0$ che per $h=-0$ oppure va all'infinito.

Questa proposizione è conseguenza evidente delle caratteristiche del ramo di prima classe.

Si ha poi

$$f(x) = \int_c^x f'(\alpha)\, d\alpha + f(c) \quad (a \leq c \leq b),$$

perchè l' integrale

$$\int^{x_1 \pm \varepsilon} f'(\alpha)\, d\alpha\,,$$

(¹) Vedi la Nota II.

converge per ipotesi all'annullarsi della quantità ε anche se x_1 è un punto di discontinuità della derivata.

Teorema II. Un ramo raggiunge un punto M cui si accosta indefinitamente.

In altre parole, se il punto M ha la proprietà che un cerchio intorno al medesimo come a centro e di raggio qualsivoglia contenga sempre un punto del ramo $y=f(x)$, epperò quanti si vogliono, esso ci apparterrà pure.

Infatti, calata da M la normale ad ab il cui piede sia m, se quest'ultimo non cadesse nel segmento ab oppure se cadendovi fosse $f(m) \gtrless \mathrm{M}m$, un cerchio di centro M e di raggio abbastanza piccolo non conterrebbe un punto del ramo dato, contro il supposto.

Teorema III. L'intervallo ab può dividersi in un numero limitato di parti entro ciascuna delle quali la funzione $f(x)$ volge la sua concavità o convessità all'asse X oppure è della forma $\mathrm{C}x+\mathrm{C}'$, essendo C e C' due costanti.

Sieno ax', $x'x''$, ..., $x^{(n)}b$ i tratti del segmento ab in ciascuno dei quali la $f'(x)$ è sempre crescente o decrescente ovvero costante in guisa, che in due intervalli consecutivi non si comporti in egual modo. Sia poi x_1 un punto diverso dagli elementi $a(=x_0)$, x', x'', ..., $x^{(n)}$, $b(=x^{(n+1)})$ ed appartenente ad un tratto $x^{(r)}x^{(r+1)}$ in cui la $f'(x)$ è crescente.

Ciò posto, la equazione della tangente nel punto $\big(x_1, y_1=f(x_1)\big)$ al nostro ramo è

$$\mathrm{Y}-y_1=f'(x_1)(\mathrm{X}-x_1),$$

mentre la quantità

$$\mathrm{Y}_1=f(\mathrm{X})=y_1+(\mathrm{X}-x_1)f'\big(x_1+\theta(\mathrm{X}-x_1)\big) \quad (0<\theta<1)$$

è l'ordinata del ramo che corrisponde all'ascissa X.

Ora,

$$y_1+f'(x_1)(\mathrm{X}-x_1)<y_1+(\mathrm{X}-x_1)f'\big(x_1+\theta(\mathrm{X}-x_1)\big),$$

tanto se la quantità X è maggiore quanto se è minore di x_1. La diseguaglianza precedente significa che abbastanza vicino al punto x_1 le ordinate del ramo sono maggiori di quelle della tangente nel punto (x_1, y_1). Indicheremo questo fatto dicendo che il ramo volge la sua *convessità* all'asse X nel punto x_1. Si rammenti che il ramo considerato è sito per intero nel primo quadrante.

La parte del ramo dato che si projetta nell'intervallo $x^{(r)}x^{(r+1)}$ giace del tutto al disopra della tangente nel punto (x_1, y_1), tolto quest'ultimo.

Se il punto x_1 fosse in un tratto $\overline{x^{(l)}+0}$, $\overline{x^{(l+1)}-0}$ nel quale la $f'(x)$ è decrescente mentre l'ascissa cresce, le ordinate della tangente sarebbero maggiori delle corrispondenti del ramo presso il punto considerato, ossia il ramo volgerebbe la sua concavità alla retta $y=0$. In questo caso il pezzo del nostro ramo relativo all'intervallo $x^{(l)}x^{(l+1)}$ è del tutto al disotto della tangente in (x_1, y_1), fatta astrazione dell'elemento di contatto.

Per ultimo, la $f(x)$ è della forma $\mathrm{C}x+\mathrm{C}'$ in ogni parte di ab in cui la derivata $f'(x)$ ha un valore costante C.

Teorema IV. Il ramo $y = f(x)$ ha un flesso in ciascun punto del tratto $\overline{a+0\ b-0}$ in cui la funzione $f'(x)$ ha un massimo od un minimo oppure è scevra da significato.

Un punto si dice di flesso quando la tangente in esso taglia il ramo. Questa proposizione è una conseguenza di quella che precede e della caratteristica $\underset{\smile}{\delta}$.

Teorema V. Detti m ed n due punti del ramo considerato non appartenenti ad una sua parte rettilinea, i quali si projettano in m' ed n' $(m' < n')$ sull'asse X, si tiri la retta mn e si faccia convergere il punto n' all'altro m', in tale ipotesi la segante mn tenderà alla posizione limite senza oscillare e sempre variando.

Ed invero, abbiamo

$$\int_m^{m+h_1} f'(x)\,dx = h_1 f'(m+\theta h_1), \quad \int_m^{m+h_2} f'(x)\,dx = h_2 f'(m+\theta_1 h_2)$$

$$0<\theta<1\,, \quad 0<\theta_1<1\,, \quad \varepsilon > h_1 > h_2 > 0.$$

Se supponiamo ora per semplicità che la derivata sia finita, crescente e positiva nel tratto $\overline{m\ m+\varepsilon}$ $(\varepsilon > 0)$, non potrà essere

$$f'(m+\theta h_1) \leq f'(m+\theta_1 h_2)\,,$$

perchè, avendosi

$$\int_m^{m+h_1} f'(x)\,dx = \left(\int_m^{m+h_2} + \int_{m+h_2}^{m+h_1}\right) f'(x)dx = h_2 f'(m+\theta_1 h_2) + (h_1 - h_2) f'\Big(m + h_2 + \theta_2(h_1 - h_2)\Big)$$

$$0<\theta_2<1\,,$$

ha luogo la diseguaglianza

$$f'\Big(m+h_2+\theta_2(h_1-h_2)\Big) > f'(m+\theta_1 h_2).$$

Si ragionerebbe in modo analogo se il punto n fosse dall'altra parte di m.

Questa dimostrazione regge anche se la derivata $f'(x)$ fosse discontinua nel punto considerato.

Teorema VI. Essendo G_t $(t=1, 2, 3,...)$ un gruppo di punti in ab tale, che le distanze di due successivi qualsivoglia si annulli con $\frac{1}{t}$, la linea poligonale A $a_1^{(t)}$, $a_1^{(t)} a_2^{(t)}$, ..., $a_{r_t}^{(t)}$ B differisce tanto poco quanto si vuole dal ramo considerato, quando A, $a_1^{(t)}$, $a_2^{(t)}$, ..., $a_{r_t}^{(t)}$, B sieno quei punti del nostro ramo che si projettano ordinatamente nell'insieme G_t.

Infatti, la funzione $f(x)$ è continua nel tratto ab e quindi uniformemente tale, ossia essa è quasi costante in una parte qualsivoglia di ab purchè abbastanza piccola. Ogni punto della spezzata $\mathrm{A}a_1^{(t)} + a_1^{(t)} a_2^{(t)} + ... + a_{r_t}^{(t)}$ B tende di conseguenza al corrispondente del ramo dato, essendo corrispondenti due punti che hanno una stessa ascissa.

Teorema VII. Il parametro angolare delle rette $Aa_1^{(t)}$, $a_1^{(t)} a_2^{(t)}, \dots, a_{r_t}^{(t)}B$ è vicinissimo a quello delle tangenti in A, $a_1^{(t)}$, $a_2^{(t)}, \dots, a_{r_t}^{(t)}$ da valore opportuno dell'intero t, quando si trascurino quei tratticelli determinati dall'insieme G_t, ciascuno dei quali ha amendue i suoi estremi discosti meno di una quantità assegnata da una discontinuità della $f'(x)$.

Ed invero, detto x_1 un punto in cui la derivata $f'(x)$ è continua, il parametro angolare della congiungente i punti (x_1, y_1) $(\overline{x_1+h}, \overline{y_1+k})$ è

$$\frac{f(x_1+h)-f(x_1)}{h} = f'(x_1+\theta h), \quad 0<\theta<1,$$

mentre la $f'(x)$ è egualmente continua in ab, tolti i tratti indicati.

Teorema VIII. La funzione arc tg $f'(x)$ è continua nell'intervallo ab e scevra da infiniti massimi e minimi, quando il segno arc tg indichi l'arco non eccedente i limiti $-\frac{\pi}{2}, +\frac{\pi}{2}$, che ha la data tangente.

Questa proposizione è conseguenza manifesta delle caratteristiche del ramo di prima classe.

IV. *Della lunghezza del ramo di prima classe.*

1. Sia la $f(x)$ sempre crescente nell'intervallo pq del segmento ab e sia G_s $(s=1, 2, 3, \dots)$ una serie di gruppi tali nel medesimo, che la distanza tra due punti consecutivi qualsivoglia si annulli con $\frac{1}{s}$, e che ciascun elemento di un gruppo appartenga al successivo. Essendo p, $d_1^{(s)}$, $d_2^{(s)}, \dots d_{r_s}^{(s)}$, q i punti dell'aggregato G_s, tiro le ordinate del ramo relative a questi punti che lo incontrino in P, $b_1^{(s)}$, $b_2^{(s)}, \dots, b_{r_s}^{(s)}$, Q. Conduco poi per P una parallela ad ab sino ad incontrare la retta $d_1^{(s)} b_1^{(s)}$ in $c_1^{(s)}$, per $b_1^{(s)}$ un'altra parallela ad ab sino all'incontro dell'ordinata $d_2^{(s)} b_2^{(s)}$ in $c_2^{(s)}$, e così via. Traccio quindi le rette $Pb_1^{(s)}$, $b_1^{(s)} b_2^{(s)}, \dots$, ed ottengo due linee poligonali $Pb_1^{(s)} + b_1^{(s)} b_2^{(s)} + \dots + b_{r_s}^{(s)} Q$, $Pc_1^{(s)} + c_1^{(s)} b_1^{(s)} + b_1^{(s)} c_2^{(s)} + c_2^{(s)} b_2^{(s)} + \dots + b_{r_s}^{(s)} c_{r_{s+1}}^{(s)} + c_{r_{s+1}}^{(s)} Q$. la seconda delle quali è maggiore della prima.

Se si fa crescere indefinitamente l'intero s, la prima spezzata cresce in lunghezza per la natura dell'insieme G_s, mentre l'altra non muta, perchè eguale alla somma di due segmenti uno dei quali è pq e l'altro la differenza delle due ordinate del ramo corrispondenti ai punti p e q. La lunghezza della prima spezzata tende dunque ad un limite all'annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$.

Supposto l'intero s abbastanza grande, si potrà assegnare un punto $\overline{p+\eta_1}$ del gruppo G_{s+t} $(t \geq 0)$, η_1 essendo di quella piccolezza che si vuole, ed un altro $\overline{q-\eta_2}$ $(\eta_2 \leq \eta_1)$ dello stesso insieme. Fatto ciò, sarà

$$b_r^{(s)} b_{r+1}^{(s)} = \frac{d_r^{(s)}\, d_{r+1}^{(s)}}{\cos \tau_{r+1}^{(s)}} \left(\tau_{r+1}^{(s)} = OX \wedge b_r^{(s)} b_{r+1}^{(s)}, \;\; \overline{p+\eta_1} \leq d_r^{(s)},\; d_{r+1}^{(s)} \leq \overline{q-\eta_2} \right),$$

ossia

$$b_r^{(s)} b_{r+1}^{(s)} = d_r^{(s)}\, d_{r+1}^{(s)} \sqrt{1+\operatorname{tg}^2 \tau_{r+1}^{(s)}} = d_r^{(s)}\, d_{r+1}^{(s)} \left(\sqrt{1+\left(f'(x_r)\right)^2} + \varepsilon_{r+1} \right),$$

essendo ε_{r+1} una quantità piccolissima, quale si sia l'intero r nei termini indicati. Il limite della prima spezzata tra $\overline{p+\eta_1}$ e $\overline{q-\eta_2}$ è quindi

$$\int_{p+\eta_1}^{q-\eta_2} \sqrt{1+\left(f'(x)\right)^2}\, dx.$$

Le spezzate tra $p\ \overline{p+\eta_1}$, $\overline{q-\eta_2}\ q$ sono di quella piccolezza che si vuole, perchè, la funzione $f(x)$ essendo ovunque continua, ognuno dei due aggregati $\eta_1 + f(p+\eta_1) - f(p)$, $\eta_2 + f(q) - f(q-\eta_2)$ è piccolo ad arbitrio, ed altrettanto ha luogo degli integrali

$$\int_{p+0}^{p+\eta_1} \sqrt{1+\left(f'(x)\right)^2}\, dx, \qquad \int_{q-\eta_2}^{q-0} \sqrt{1+\left(f'(x)\right)^2}\, dx.$$

Il limite della spezzata $Pb_1^{(s)} + b_1^{(s)} b_2^{(s)} + \dots + b_{r_s}^{(s)} Q$ all'annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$ è perciò

$$\int_{p+0}^{q-0} \sqrt{1+\left(f'(x)\right)^2}\, dx.$$

La condizione che gli elementi del gruppo G_s $(s = 1, 2, 3, \dots)$ appartengano all'altro G_{s+1} è superflua. Quanto si è detto circa al segmento pq può ripetersi per ciascun tratto in cui la $f(x)$ è crescente o decrescente.

Ciò posto, per lunghezza del ramo dato intenderemo la quantità

$$\int_a^b d\alpha \sqrt{1+\left(f'(\alpha)\right)^2}.$$

Se si ponesse la origine nel punto di ascissa c $(a < c < b)$, sarebbe

$$s = \int_c^x d\alpha \sqrt{1+\left(f'(\alpha)\right)^2},$$

il radicale essendo sempre positivo, quando si convenga di considerare come positivi

gli archi alla destra di c e come negativi quelli alla sinistra. La quantità s è quindi una funzione continua della variabile x nell'intervallo ab e sempre crescente; di conseguenza altrettanto ha luogo della espressione $x = x\ (s)$ nel tratto

$$\int_c^a d\alpha \sqrt{1+\left(f'(\alpha)\right)^2} \qquad \int_c^b d\alpha \sqrt{1+\left(f'(\alpha)\right)^2}.$$

Anche la ordinata y è una funzione continua dell'arco s nello stesso intervallo ed è in esso dotata di un numero limitato di massimi e minimi [1].

2. È degno di nota il teorema:

Si può dividere il ramo di prima classe $y = f(x)$ per modo, che il rapporto di una qualsivoglia delle sue parti alla corda corrispondente sia vicino quanto si vuole all'unità.

Infatti, la lunghezza di un pezzo del ramo di cui gli estremi sono i punti (x, y) $\overline{(x+h, y+k)}$ è

$$\int_x^{x+h} d\alpha \sqrt{1+\left(f'(\alpha)\right)^2} = h\sqrt{1+\left(f'(x+\theta h)\right)^2}, \quad 0<\theta<1,$$

mentre la corda corrispondente è eguale a

$$\sqrt{h^2+k^2} = h\sqrt{1+\left(\frac{f(x+h)-f(x)}{h}\right)^2} = h\sqrt{1+\left(f'(x+\theta_1 h)\right)^2}, \quad 0<\theta_1<1.$$

Ora, la differenza

$$\frac{\sqrt{1+\left(f'(x+\theta h)\right)^2}}{\sqrt{1+\left(f'(x+\theta_1 h)\right)^2}} - 1$$

si annulla con h qualunque sia la quantità x, purchè si trascuri rispetto a ciascun punto dell'asse X, nel quale il simbolo $f'(x)$ non ha significato, un tratticello piccolo ad arbitrio che lo contiene nel suo interno.

Si riferisca ora ciascuna parte del ramo dato, che si projetta in uno di questi tratticelli, all'asse Y relativamente al quale essa si comporta come un ramo semplice di curva in virtù della relazione $\frac{dx}{dy} \cdot \frac{dy}{dx} = 1$. Anche per questi segmenti del nostro ramo regge quindi il teorema.

Un ramo di curva di classe qualsivoglia è atto a rompere la connessione del piano.

La lista connessa di piano compresa fra le due parallele $x = f(a)$, $= f(b)$ viene scissa in due parti tra loro sconnesse dal ramo di classe qualsivoglia $y = f(x)$. Tal fatto si verifica perchè non si può assegnare nella lista indicata un ramo L di curva che abbia un estremo al di sotto e l'altro al di sopra del ramo dato senza incontrarlo.

[1] V. la Nota III.

Ed invero, divido la linea L in più parti $a_1, a_2, \ldots, a_n$ ciascuna delle quali è piccola ad arbitrio. Considerando a partire dal capo di L posto al di sopra del nostro ramo ordinatamente i varî tratti nei quali risulta divisa la linea L, non avvertirò che ciascuno dei medesimi è *del tutto* al di sopra del ramo $y = f(x)$, ma giungerò ad un segmento a_r che non è *completamente* sopra al ramo $y = f(x)$. Col tratto a_r si proceda come con la linea L, e così di seguito indefinitamente. Tenderò in tal guisa ad un punto che giacerà sul ramo dato, perchè un intervallo di L di piccolezza arbitraria che lo contiene non è del tutto sopra o sotto al ramo $y = f(x)$.

V. *Come un ramo di prima classe si comporti rispetto ad una retta qualsivoglia.*

1. Supposto che nel tratto rs $(a \leq r < s \leq b)$ la derivata $f'(x)$ sia positiva e crescente, sarà in esso la $f(x)$ crescente e volgerà la convessità all'asse X in ciascun punto del segmento $\overline{r+0}\ \overline{s-0}$. Sia ora $(x_1, f(x_1))$ un punto c interno al ramo elementare RS di cui la projezione sulla retta $y = 0$ è rs, e tiriamo in esso la tangente c X′ di equazione

$$Y - y_1 = f'(x_1)(X - x_1).$$

È facile vedere che la parte RS si comporta come un ramo di curva di prima classe rispetto alla retta c X′.

Ed invero, l'angolo $\gamma = 0X^\wedge c X'$ è per ipotesi acuto. Detto poi c' un punto del ramo elementare considerato a destra di c la cui ascissa sia x, la tangente c'L in esso incontra l'altra c X′ a destra del punto c, perchè il ramo RS è tutto da una stessa parte della retta c'L. Di più, l'angolo $0X^\wedge c'L = \beta$ è maggiore di γ, ed il punto c' cade al di sopra della retta c X′.

Ora, detto α l'angolo X′ m L, essendo m l'intersezione delle rette c X′ e c'L, si ha

$$\alpha = \beta - \gamma, \ \operatorname{tg}\alpha = \frac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\gamma}{1 + \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\gamma} = \frac{f'(x) - f'(x_1)}{1 + f'(x) f'(x_1)} = f_1(x'),$$

quando x' indichi l'ascissa del punto c' rispetto ai nuovi assi ortogonali cX′ e cY′ disposti similmente ai primi.

La funzione $f_1(x')$ varia con continuità sempre crescendo mentre il punto (x,y) va da c verso S sul ramo RS, perchè l'angolo β è ognora crescente. D'altra parte, la projezione del ramo cS sopra cX′ determina un segmento semplice, perchè

$$x' = x_1 + (x - x_1)\cos\gamma + (y - y_1)\operatorname{sen}\gamma\ ,$$

$$0 < \gamma < \frac{\pi}{2},$$

e le quantità x ed y crescono da c verso S.

L'integrale

$$\int_0^{x'} f_1(\delta)\, d\delta = f_{11}(x')$$

rappresenta quindi un ramo elementare rispetto alla retta c X′, che è quella parte del ramo $y = f(x)$, che si projetta nel segmento $x_1 s$ dell'asse X. Analoghe considerazioni si ponno fare rispetto all'arco Rc.

Supposto $Rr' > Ss'$, essendo r' ed s' le projezioni dei punti R ed S sopra la retta cX', ogni parallela alla linea cX' che non disti da essa di una lunghezza maggiore di Ss' incontra l'arco RS in due punti soltanto, perchè una funzione continua sempre crescente o decrescente consegue un valore qualsivoglia compreso tra i suoi valori limiti ed una volta soltanto. Le parallele discoste dalla retta cX' di lunghezze maggiori di Ss', ma non di Rr', incontrano una sol volta il ramo RS.

Rammentando poi la relazione $\frac{dx'}{dy'} \cdot \frac{dy'}{dx'} = 1$ si scorge facilmente che la parte c S si comporta come un ramo di prima classe rispetto all'asse c Y', altrettanto può dirsi della parte R c.

Si ponno ripetere delle considerazioni analoghe alle precedenti rispetto a ciascun ramo elementare, che non sia un pezzo di retta, di cui si compone il nostro ramo.

È poi chiaro che, congiunti i due elementi (x,y) $(\overline{x+h}, \overline{y+k})$ dell'arco RS mediante la retta

$$\mathrm{Y} - y = \frac{f(x+h) - f(x)}{h} (\mathrm{X} - x) = f'(x+\theta h)(\mathrm{X} - x),$$
$$0 < \theta < 1,$$

esiste una tangente al ramo RS ed una sola, la quale è parallela alla medesima ed ha per equazione

$$\mathrm{Y} - f(x+\theta h) = f'(x+\theta h)(\mathrm{X} - \overline{x+\theta h}).$$

La stessa cosa può dirsi della congiungente due punti di ogni altro ramo elementare di cui si compone il ramo dato.

Più generalmente, se una retta incontra un ramo in due punti, esiste *almeno* una tangente *non di flesso* parallela alla medesima, di cui il punto di contatto si projetta sull'asse X tra le projezioni dei punti indicati.

Infatti, si ha

$$f(x+h) - f(x) = \int_x^{x+h} f'(\alpha)\, d\alpha = h\mathrm{M}.$$

Ora, se la derivata $f'(x)$ non va all'infinito nel tratto $x\,\overline{x+h}$, si potrà fare

$$\mathrm{M} = f'(x+\theta h), \quad 0 < \theta < 1,$$

perchè una funzione continua in un intervallo raggiunge nel medesimo *almeno* una volta un valore qualsivoglia non eccedente i valori limite. L'ultima eguaglianza ha pure luogo se uno di questi ultimi od amendue sono scevri da significato, perchè la derivata $f'(x)$ va all' infinito da ambo le parti di ciascuno dei punti in cui è discontinua e non mutando segno.

Ciò posto, se il punto $\left(\overline{x+\theta h}, f(x+\theta h)\right)$ non è di flesso, l'asserto è dimostrato, in caso contrario la retta

$$\mathrm{Y} - f(x+\theta h) = f'(x+\theta h)(\mathrm{X} - \overline{x+\theta h})$$

sega al certo il ramo in due punti, perchè si ha $x < \overline{x+\theta h} < \overline{x+h}$ oppure $x > \overline{x+\theta h} > \overline{x+h}$ secondo che la quantità h è positiva o negativa. Si potrà quindi condurre un'altra tangente al nostro ramo di direzione $f'(x+\theta h)$, e poichè il numero delle tangenti di flesso è limitato, l'asserzione risulta dimostrata.

2. Ammesso che il ramo considerato non contenga alcun segmento di retta, imagino tirata pel punto K, scelto ad arbitrio nel piano del medesimo, una normale alla tangente in R ed a ciascuna di quelle che appartengono al ramo elementare or ora studiato. L'insieme di queste normali costituisce una superficie T limitata da due rette uscenti dal punto K e semplicemente distesa sopra il piano. L'arco RS si scinde rispetto ad una retta qualsivoglia interna alla superficie T ed uscente da K in due rami, gli estremi dei quali sono i punti R ed S ed il punto di contatto della tangente normale alla retta considerata. Se diciamo μ e ν $(\mu < \nu)$ gli angoli che le tangenti in R ed in S formano con l'asse X nel verso crescente dell'arco, e se conduciamo per K una retta che formi con l'altra $y=0$ l'angolo $\frac{\pi}{2}+\mu$ ed una seconda che faccia l'angolo $\frac{\pi}{2}+\nu$, otterremo le due linee che limitano la superficie T. Una retta qualsivoglia per K nell'interno di T forma un angolo compreso tra $\frac{\pi}{2}+\mu$ e $\frac{\pi}{2}+\nu$ con l'asse X. È chiaro poi che il pezzo RS si comporta come un ramo elementare rispetto a ciascuna delle due rette che formano il contorno della superficie T.

Lungo il ramo elementare SU che succede ad RS la funzione $f'(x)$ sarà di necessità positiva e decrescente e la tangente in S sarà di flesso. Costruita la normale uscente da K ad una tangente qualsivoglia dell'arco SU, otterremo un'altra superficie, la quale coprirà del tutto od in parte la precedente e si connette alla medesima lungo la normale alla tangente in S, che si dirà uno spigolo della superficie composta dei due strati, l'uno dei quali è relativo alla parte RS, mentre l'altro corrisponde al pezzo SU.

Il ramo elementare successivo ad SU sia UV e la tangente in U non sia di flesso. In tale ipotesi la derivatá $f'(x)$ è negativa lungo il pezzo $\overline{U+0V}$ e sempre decrescente. Di conseguenza, le normali ad UV per K costituiranno una superficie che si connette alla predecente lungo la perpendicolare alla tangente in U per K e non copre affatto la superficie già ottenuta.

Così procedendo, risulta manifesto che ad ogni ramo di curva corrisponde una superficie che si estende all'infinito ed è limitata da due rette concorrenti, la quale si adagia sopra il piano ognora semplicemente oppure in parte in tal guisa in parte multeplicemente, o infine sempre più volte. Questa superficie è dotata di un punto singolare K, di due rette che ne costituiscono il contorno e formano un angolo eguale o maggiore di zero, e di un numero limitato di spigoli lungo ciascuno dei quali essa si piega. Le rette che limitano la nostra superficie e gli spigoli si diranno rette singolari.

Giova osservare che una retta entro la superficie T parallela all'asse X è di necessità uno spigolo, perchè la tangente ad esso normale è parallela all'asse Y, ed è quindi di flesso. Uno strato scevro da spigoli della nostra superficie copre ovunque tutto al più semplicemente il piano, quando si faccia astrazione di una retta sola, ossia, ciò che torna lo stesso, l'angolo formato dalla retta che genera questo strato non può eccedere 180°, come si vedrà tra breve.

Ecco alcuni esempî:

Se il ramo dato è una semicirconferenza AB, la superficie T si otterrà tagliando il piano sopra il quale è deposta la linea AB lungo una retta uscente da un punto arbitrario K e parallela al diametro AB. Non è male il supporre che i due semipiani in tal guisa ottenuti abbino a comune il punto K.

Ad un ramo di curva formato da due semicirconferenze tangenti ad uno dei loro estremi e poste da parte diversa della linea dei centri corrisponde una superficie, la quale è ovunque doppia tranne lungo uno spigolo che si projetta sul piano della linea data secondo la stessa retta projezione del suo contorno.

VI. *Ancora sullo stesso argomento.*

1. Consideriamo ora nell'interno della superficie T relativa ad un ramo determinato una retta KU′ che non sia uno spigolo e lungo la quale essa superficie copra semplicemente il piano. È facile vedere che il ramo dato si scinde in due rami di curva rispetto a questa retta. Infatti, normalmente alla medesima potrò condurre una tangente interna al ramo dato ed una sola non di flesso, chè, se ciò non fosse, ossia, se il numero di queste tangenti eccedesse l'unità, la superficie T si adagierebbe più volte lungo la retta considerata, la qual cosa non avviene per dato. Detto c il punto di contatto, l'arco Ac si comporterà come un ramo di curva rispetto alla linea KU′, ed altrettanto si dica del ramo cB. Questa asserzione riesce evidente quando si osservi che, chiamato γ l'angolo della normale con l'asse X nel punto c di coordinate (x_1, y_1) al nostro ramo, si ha

$$x' = x_1 + (x - x_1)\cos\gamma + (y - y_1)\operatorname{sen}\gamma\,,$$

$$\frac{dx'}{dx} = \cos\gamma + \operatorname{sen}\gamma\,\frac{dy}{dx}\,,$$

mentre x' è la distanza di un punto di questa normale da c. Ora, la quantità $\cos\gamma + \operatorname{sen}\gamma\,\frac{dy}{dx} = \cos\gamma\left(1 + \operatorname{tg}\gamma\,\frac{dy}{dx}\right)$ cambia di segno insieme all' altra $1 + \operatorname{tg}\gamma\,\frac{dy}{dx}$, quando il fattore $\cos\gamma$ non sia nullo, nè il mutamento di segno ha luogo entro il tratto ax_1 e nemmeno nell'altro $x_1 b$. La grandezza x' varia quindi con continuità sempre nello stesso verso mentre l'ascissa x muta da a ad x_1 e così pure quando varia da x_1 a b. Si avverte poi di leggeri che la funzione $y = f(x)$ è continua anche rispetto alla normale in c e che ha una derivata dotata delle proprietà indicate nelle caratteristiche. Se per ultimo si avesse $\cos\gamma = 0$, reggerebbero ancora le asserzioni precedenti.

Se KV′ è una retta estremo della superficie T e se il ramo non ammette alcuna normale interna e non di flesso parallela alla medesima, il ramo si comporta rispetto alla linea KV′ come un solo ramo di prima classe. Ciò ha luogo anche rispetto ad uno spigolo che ha la stessa proprietà della retta estremo KV′.

Si distenda ora la superficie T n volte soltanto lungo la retta KS′, copra cioè lungo quest'ultima n volte il piano, potendo giacere lungo la medesima anche uno o più spigoli una retta limite od amendue. È tosto veduto che il ramo dato si comporta come $n + 1$ rami semplici rispetto alla linea KS′. Il primo procedendo da A

verso B è limitato dal punto A e dal punto di contatto della prima tangente non di flesso interna al ramo e normale alla retta KS′, il secondo ha per ultimo estremo il punto di contatto della seconda tangente ordinaria normale a KS′, e così via.

Il ramo proposto si comporta come un ramo semplice rispetto ad una retta lungo la quale la T non copre il piano.

Di conseguenza, il ramo studiato non si scinde in più rami rispetto ad una sola retta oppure rispetto ad un numero illimitato di rette formanti un angolo ed il suo opposto al vertice.

Si vede ora facilmente che l'angolo di uno strato della superficie T non può eccedere 180°, perchè in caso contrario non si potrebbe assegnare nel piano una retta lungo la quale il ramo contemplato si projetta semplicemente.

Se la superficie T copre n volte soltanto il piano lungo KS′, si potranno condurre n tangenti non di flesso normali a KS′ e tutte tra loro distinte almeno rispetto al punto di contatto, ciascuna delle quali tocca internamente il ramo dato. Si tirino anche le normali alla retta KS′ uscenti dagli estremi A e B della linea considerata. Le $n+2$ parallele or ora condotte non sono tutte coincidenti tra loro, perchè, se una retta incontra un ramo di curva nei punti $a_1, a_2, \ldots, a_t$, si potrà condurre parallelamente alla medesima una tangente non di flesso il cui punto di contatto è tra a_1 ed a_2, una seconda fra a_2 ed a_3, e così via. Ciò posto, è chiaro che il nostro ramo giace per intero nella lista di piano determinata da quelle tra le $n+2$ parallele che distano al massimo tra loro.

Condotta poi un'*altra* normale a K S′, la quale incontri il ramo in s punti ($s \geq 1$), una parallela infinitamente vicina ad essa lo taglierà in s punti infinitamente vicini ai primi. Il numero s *potrà* alterarsi solo quando si oltrepassi una delle $n+2$ parallele or ora indicate. Se si oltrepassa una normale uscente da un estremo il numero s crescerà o diminuirà soltanto di una unità, ammesso che le due perpendicolari per A e per B non coincidano e che la normale considerata non tocchi il ramo nell'interno del suo corso. Superando poi una tangente in un sol punto interno al ramo, la quale non esce dai termini A e B, il numero s crescerà o diminuirà soltanto di due unità.

Le ricerche precedenti si riferiscono, come fu già osservato, a rami scevri da segmenti rettilinei. Ove poi il ramo contenesse dei tratti di retta, i nostri risultati reggerebbero ancora, purchè si facesse astrazione dai segmenti stessi e si considerasse come una tangente al ramo ogni retta sopra la quale giace uno dei medesimi.

VII. *Due rami considerati come coesistenti.*

1. Due rami infinitamente vicini tra loro hanno almeno un punto comune.

Dico che due rami, non di necessità della stessa classe, sono infinitamente vicini l'uno all'altro, quando, assegnata una quantità arbitraria, si ponno determinare due punti, l'uno sovra un ramo, sopra l'altro il secondo, che distino tra loro meno della medesima.

Decomposto uno dei due rami in più parti eguali, *almeno* una di queste si accosterà indefinitamente all'altro. Divisa poi quest' ultima nello stesso modo, si proceda ognora in tal guisa e si tenderà ad un punto infinitamente vicino al secondo ramo, il quale giace quindi sul medesimo.

Una retta sopra la quale non giace una parte di un dato ramo di classe qualsivoglia ha a comune con quest'ultimo un numero assegnabile di punti.

Infatti, se ciò non fosse, io potrei condurre un numero arbitrario di tangenti non di flesso al nostro ramo parallele alla retta data, la qual cosa non può verificarsi.

2. Due rami di curva di prima classe rispetto ad una stessa retta, che non hanno un ramo comune, ponno coincidere in un numero limitato od illimitato di punti.

Ecco un esempio dell' ultimo caso: si prenda un segmento rettilineo ab e si segni sul medesimo una varietà di punti che abbia il solo punto b per punto limite. Tal cosa si conseguirebbe, ad esempio, pigliando il punto α_1 medio di ab, quindi il punto di mezzo del tratto $\alpha_1 b$, e così via indefinitamente.

Considero ora una funzione $f_1(x)$ continua e sempre crescente nel tratto $a\alpha_1$, la quale si annulli in a, ed un'altra $\varphi_1(x)$ pure continua e sempre crescente per modo, che sia

$$\varphi_1(a)=0\,,\quad \int_a^{\alpha_1}\varphi_1(x)\,dx=\int_a^{\alpha_1}f_1(x)\,dx\,,$$

mentre le due funzioni $f_1(x)$ e $\varphi_1(x)$ hanno un sol punto comune x_1 nel segmento $a+0\ \alpha_1-0$. È chiaro che, determinata la $f_1(x)$, si ponno costruire tante funzioni quante si vogliono, le quali soddisfano alle condizioni imposte alla $\varphi_1(x)$.

Ora, si ha manifestamente

$$f_1(x)<\varphi_1(x)\,,\quad a<x<x_1\,,\quad f_1(x)>\varphi_1(x)\,,\quad x_1<x\leq\alpha_1\,,$$

oppure

$$f_1(x)>\varphi_1(x)\,,\quad a<x<x_1\,,\quad f_1(x)<\varphi_1(x)\,,\quad x_1<x\leq\alpha_1\,.$$

Ammesso che si verifichi il primo caso, imagino una funzione $f_2(x)$ continua e sempre crescente nel segmento $\alpha_1\alpha_2$ e tale, che sia $f_2(\alpha_1)=f_1(\alpha_1)$, e quindi un'altra $\varphi_2(x)$ continua e sempre crescente nell' intervallo stesso scelta per modo, che si abbia

$$\varphi_2(\alpha_1)=\varphi_1(\alpha_1)\,,\quad \int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\varphi_2(x)\,dx=\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}f_2(x)\,dx\,,$$

mentre le due funzioni $f_2(x), \varphi_2(x)$ si incontrano in un sol punto x_2 del segmento $\overline{\alpha_1+0}\ \overline{\alpha_2-0}$. Ciò posto, sarà al certo

$$\varphi_2(x)<f_2(x)\,,\quad \alpha_1<x<x_2\,,\quad \varphi_2(x)>f_2(x)\,,\quad x_2<x\leq\alpha_2\,.$$

Procedendo infinitamente nel modo indicato, è manifesto che ciascuno dei due integrali

$$\int_a^x\varphi(\alpha)\,d\alpha\,,\quad \int_a^x f(\alpha)\,d\alpha$$

rappresenta un ramo elementare nel tratto ab, essendo $\varphi(x)=\varphi_s(x)$, $f(x)=f_s(x)$ nell' intervallo $\alpha_{s-1}\,\alpha_s$ $(s=1,2,3,..,\ \alpha_0=a)$, quando le due funzioni $f(x)$ e $\varphi(x)$ sieno

integrabili a sinistra del punto b. Questi due rami hanno a comune soltanto la varietà di punti le cui ascisse sono $\alpha_1, \alpha_2, \ldots,$ perchè le due espressioni

$$\int_{\alpha_{s-1}}^{x} \varphi_s(\alpha)\, d\alpha, \int_{\alpha_{s-1}}^{x} f_s(\alpha)\, d\alpha$$

non sono eguali in verun punto del segmento $\overline{\alpha_{s-1}+0 \ \alpha_s-0}$, laddove

$$\int_{\alpha_{s-1}}^{\alpha_s} \varphi_s(\alpha)\, d\alpha = \int_{\alpha_{s-1}}^{\alpha_s} f_s(\alpha)\, d\alpha .$$

3. Se $y=f_1(x)$, $y=f_2(x)$ sono due rami di curva della classe r^a dotati della stessa projezione ab sull'asse X, e se ciascuna funzione $\overset{(t)}{f_1}(x)$, $\overset{(t)}{f_2}(x)$ $(t=1,2,\ldots,r)$ è in ab continua, si ha il teorema:

I due rami dati non hanno a comune un numero illimitato di punti, se non può assegnarsi un punto di ab in cui ogni espressione

$$\varphi^{(t)}(x) = f_1^{(t)}(x) - f_2^{(t)}(x) \quad (t=0, 1, 2, \ldots, r)$$

sia eguale a zero.

Infatti, se si ha ognora $\varphi(x) \gtrless 0$, l'asserto è manifesto. In un punto x_1 poi, in cui la $\varphi(x)$ fosse per avventura nulla, si avrebbe

$$\varphi(x_1+h) = \frac{h}{1}\varphi'_1(x_1) + \frac{h^2}{1\,.\,2}\varphi''_1(x_1) + \ldots + \frac{h^r}{1\,.\,2 \ldots r}\varphi^{(r)}(x_1+\theta h),$$

tutti i coefficienti delle varie potenze di h non essendo nulli per dato.

Ha luogo anche la proposizione:

Se la funzione $f_1(x) - f_2(x)$ è scevra da infiniti massimi e minimi nel tratto ab, e se i due rami $y=f_1(x)$, $y=f_2(x)$, che non sono di necessità della stessa classe, hanno un numero illimitato di punti comuni, essi coincidono in un numero limitato di rami e di punti.

VIII. *Definizione della curva di classe assegnabile o meno.*

1. Si dirà curva della classe r^a l'insieme di un numero limitato di rami, ognuno dei quali è della classe r^a, quando la retta di riferimento sia sempre la stessa.

Ognuno dei rami che costituiscono la curva è qualsivoglia. Così, a mo' d'esempio, $p(>1)$ rami identici della classe r^a determinano una curva della stessa classe.

Se, stando le altre ipotesi della definizione precedente, ognuno dei rami dati fosse di classe non assegnabile, la curva si direbbe pure di classe non assegnabile.

Consideriamo ora una curva tale, che i suoi rami considerati a due a due abbino a comune un numero limitato di punti.

Dirò che una siffatta curva non è *delle più generali,* laddove dirò *generale* la curva or ora definita, sia essa di classe assegnabile o meno.

Occupiamoci adesso in particolare di una curva che non sia delle più generali.

Un punto si dirà un *estremo* di tale curva, quando sia un termine di uno dei rami che la compongono, purchè non appartenga in pari tempo ad un'altro.

Una curva si dirà poi *scevra da estremi* o *chiusa* quando non ha estremi, nel caso opposto si dirà *aperta*.

Un aggregato di rami $A_1 B_1$, $A_2 B_2, \ldots, A_s B_s$ forma *una curva semplice chiusa*, quando i punti B_1, A_2; B_2, A_3; ..... ; $B_s A_1$ sono coincidenti, mentre due dei rami indicati non hanno del resto nulla a comune. Se, stando le altre ipotesi, i punti B_s ed A_1 fossero distinti, il complesso dei rami dati costituirebbe *una curva semplice aperta*.

Un punto di una curva si dice *ordinario*, quando si può assegnare una grandezza μ tale, che esso punto insieme a quelli che distano dal medesimo di una lunghezza non maggiore di μ costituisca un ramo di curva. Ogni punto che non soddisfa a questa condizione si dirà *singolare*. Un punto interno di un ramo di curva è ordinario, un suo estremo invece è un punto singolare.

Un punto *semplicemente angoloso* è quello in cui concorrono due estremi soltanto dei rami dati con tangenti distinte. Se poi le tangenti fossero coincidenti, il punto si direbbe *una cuspide*, quando però non fosse un punto ordinario.

Un punto si dirà *semplicemente multiplo secondo il numero n*, se si può costruire una circonferenza di raggio infinitesimo col centro in esso per modo, che i punti della curva data appartenenti al cerchio da essa limitato costituiscano n rami di curva con n tangenti distinte. Se l'ultima condizione non è soddisfatta, il punto si dirà *multiplo secondo il numero n*. In tale ipotesi, se il numero delle tangenti tra loro distinte è t, la prima delle quali comune ad s_1 rami, la seconda ad s_2, e così via, il numero dei modi secondo i quali si possono distribuire i rami intorno al punto multiplo è $\Pi(s_1)\ \Pi(s_2) \ldots \Pi(s_t)$.

Un estremo d'uno soltanto dei rami dati potrebbe cadere in un punto ordinario di un altro ramo mentre le due tangenti sono distinte o meno, ed ecco altre due singolarità delle curve.

Ma troppo a lungo ci condurrebbe un esame accurato di tutti gli accidenti possibili in una curva, e d'altra parte esso è molto facile, per cui, lasciato questo argomento, definiamo *la specie di una curva della prima classe e non delle più generali.*

2. Fingo che in ciascun punto singolare della curva data C terminino tanti rami, quante sono le intersezioni di una circonferenza di raggio arbitrariamente piccolo di centro in esso punto con la C stessa; e dico C_1 la curva conseguita in tal modo. La linea C_1 si compone di uno o più pezzi connessi, il cui numero è eguale o superiore a quello di cui consta la C. Così, ad esempio, se quest'ultima fosse una circonferenza ed un suo diametro, la curva C si comporrebbe di un solo pezzo, laddove la C_1 ne conterrebbe tre.

Detti $V_1, V_2, \ldots, V_m$ i pezzi che compongono la C_1, avverto di leggieri che si potrà costruire rispetto a ciascuno di essi una superficie analoga a quella di cui non a guari si fece parola.

Ed invero, il pezzo generico V_r sarà aperto o chiuso. Nel primo caso esso è dotato di due estremi soltanto, perchè, se io parto da uno dei suoi termini, ed uno ne ha di certo, e lo percorro sempre in un verso, non avverto mai la esistenza di

punti singolari nell'interno del suo corso, mentre la lunghezza della linea V_r è assegnabile. Detto A un estremo di V_r, io potrò togliere dalla linea V_r un ramo semplice di curva AB rispetto all'asse X per modo, che non sia più tale, quando si aggiunga al medesimo un altro pezzo comunque piccolo di V_r, se pure ciò è possibile. Dalla parte di V_r che rimane io posso levare un altro ramo semplice analogo al precedente. Procedendo in tal guisa si vede che il pezzo V_r si scinde in un numero limitato di rami rispetto all'asse X. Nell' estremo comune di due di questi rami la tangente non è di flesso.

Non è poi difficile il vedere che la curva V_r può spezzarsi anche se chiusa in un minimo numero (≥ 2) di rami rispetto alla retta $y = 0$.

Detti $H_1^{(r)}, H_2^{(r)}, \ldots, H_{m_r}^{(r)}$ i rami nei quali si scinde la linea V_r, che suppongo prima aperta, posso costruire la superficie $T_s^{(r)}$ $(s = 1, 2, \ldots, m_r)$ relativa al ramo $H_s^{(r)}$ $(s = 1, 2, \ldots, m_r)$ e supporre che le varie superficie in tal guisa ottenute sieno tra loro connesse. Il modo di tale connessione è evidente. Si avrà così una sola superficie $T^{(r)}$ corrispondente alla curva $V^{(r)}$, la quale è dotata di due rette limite e di un punto singolare K_r.

Se il pezzo V_r è chiuso, fatto un taglio in un punto in cui la tangente è parallela all'asse Y, si vede tosto che stanno ancora le ultime asserzioni. In questo caso è bene il supporre che la superficie T_r sia chiusa, ossia che le due rette limite, le quali rappresentano una stessa normale ad una tangente alla V_r parallela all'asse Y sieno tra loro connesse.

Questa connessione avrà sempre luogo attraverso uno o più strati della superficie $T^{(r)}$. Ed invero, si circoscriva alla curva chiusa $V^{(r)}$ il massimo rettangolo due lati del quale sono paralleli all'asse X, mentre gli altri due lo sono all' asse Y. Sieno $x = p, = q$ $(p < q)$, $y = m, = n$ $(m < n)$ le rette sopra le quali riposano questi lati, di cui ciascuna ha almeno un punto comune con la linea $V^{(r)}$. La parte della superficie che corrisponde al pezzo di $V^{(r)}$ che va da un punto di contatto della retta $x = p$ ad uno dell'altra $x = q$ copre il piano per intero *almeno* una volta, fatta astrazione se mai di una parallela all' asse X, ed altrettanto si dica dell'altra parte di $V^{(r)}$. Laonde la connessione di $V^{(r)}$ si farà *almeno* attraverso uno strato della superficie $T^{(r)}$.

Considerato il fascio di rette uscente dal punto K projezione del punto K_r e sito nel piano della curva, dirò *singolare* una retta di esso, quando lungo la medesima si projetti una almeno di quelle rette appartenenti alla superficie $T^{(r)}$, che dicemmo singolari.

Se KL è una retta del fascio lungo la quale la $T_s^{(r)}$ *copre* il piano secondo $t_s^{(r)}$ rette, la superficie $T^{(r)}$ si adagia sul piano della linea $V^{(r)}$ lungo la medesima almeno $\sum_1^{m_r} s\, t_s^{(r)} + 1$ oppure $\sum_1^{m_r} s\, t_s^{(r)}$ volte, secondo che il pezzo $V^{(r)}$ è aperto o chiuso, ed al più $\sum_1^{m_r} s\, t_s^{(r)} + m_r$ o $\sum_1^{m_r} s\, t_s^{(r)} + m_r - 1$ ordinatamente. Avverrà il primo fatto, se

nessuna delle tangenti condotte ad uno degli estremi comuni a due rami semplici $T_1^{(r)}$, $T_2^{(r)}$, ..., $T_{m_r}^{(r)}$ è normale alla retta KL, l'ultimo, quando ogni tangente ad uno degli estremi comuni è normale alla linea KL.

Detto q il numero delle volte che la $T^{(r)}$ *copre* il piano secondo la linea KL, la curva $V^{(r)}$ si scinderà in $q+1$ rami rispetto alla medesima se aperta, in q se chiusa.

Supposto ora che la retta KL ruotando intorno a K generi il piano della curva $V^{(r)}$, il numero q rimarrà invariato sino a che la linea non oltrepassi una posizione singolare, ammesso che non lo sia la primitiva. Essendo KU una posizione singolare lungo la quale si projetta una retta limite soltanto della superficie $T^{(r)}$ supposta aperta e non anche uno spigolo, avverto facilmente che quando la linea KL si confonde con la retta KU il numero q diminuisce di una unità o resta lo stesso, laddove subito dopo rimane come per la posizione KU od aumenta di una unità ordinatamente. Se poi lungo KU si projettasse uno spigolo solamente della superficie T_r e non una retta limite, il numero q diminuirebbe o meno di due unità e subito dopo sarebbe eguale a quello corrispondente alla posizione KU od aumenterebbe di due unità ordinatamente, nè più avverrebbe un mutamento sino a che la retta mobile non oltrepassasse una posizione singolare. Quando invece lungo KU si projettassero due rette limite solamente e verun spigolo, la superficie $T^{(r)}$ coprendo o meno il piano lungo la retta KU stessa, il numero q si ridurrebbe di una unità, quando la linea KL si sovrappone a KU e riprenderebbe poi lo stesso valore, oppure si altererebbe di due unità per la posizione KU ed in appresso.

Pertanto, si avverte che, detto x l'angolo del raggio variabile KL con un raggio fisso per K, il número q è una funzione periodica secondo π $\varphi_r(x)$ tale, che l'intervallo 0π può dividersi in un numero limitato di parti entro ciascuna delle quali essa ha un valore costante ed intero, mentre agli estremi di ciascuna di queste parti essa consegue un valore intero eguale ad uno di quelli raggiunti in uno dei due pezzi adiacenti oppure da essi distinto.

Ammesso ora che tutte le superficie $T^{(1)}, T^{(2)}, \ldots, T^{(m)}$ sieno sovrapposte in guisa che i punti $K_1, K_2, \ldots, K_m$ coincidano, si potrà tener parola di una funzione $l(x) = \sum_1^m r\, \varphi_r(x)$ rispetto all'insieme delle superficie $T^{(r)}$. Questa funzione capace soltanto di valori interi raggiunge il limite inferiore dei suoi valori, il quale si dirà *la specie della curva.*

Adunque, per specie di una curva di prima classe, e non delle più generali, va inteso il minimo numero di rami nel quale essa si spezza rispetto ad una stessa retta, quando si faccia astrazione dei segmenti rettilinei che per avventura contiene.

Lo spezzamento di una curva nel minor numero di rami si otterrà rispetto ad una varietà di rette formanti uno o più angoli (1) ed i loro opposti al vertice.

Se la curva data fosse $x^2+y^2=1$ $(x\geq 0,\ y\geq 0;\ x\leq 0, y\leq 0)$ la superficie T si projetterebbe nella parte di piano che costituisce il primo ed il terzo quadrante, sarebbe ovunque doppia e dotata di quattro rette limite.

(1) L'angolo potrebbe essere anche nullo.

VII. *Connessione delle curve che non sieno delle più generali.*

1. Se trascuriamo un tratto arbitrariamente piccolo di un ramo di classe qualsivoglia racchiudente nel suo interno un punto D, avremo fatto una *sezione* oppure un *taglio* in D nel ramo dato, il quale, perdendo in tal guisa la sua *connessione*, si scinderà in due rami. In ciò che segue si faranno delle sezioni anche nelle curve, ma soltanto intorno a punti ordinarî o semplicemente angolosi od a cuspidi.

Diremo che una curva è *semplicemente* connessa quando diviene sconnessa mediante una sezione qualsivoglia.

I pezzi nei quali si scinde una curva semplicemente connessa C mediante un taglio r sono semplicemente connessi.

Infatti, dette P e Q le parti nelle quali si scinde la curva semplicemente connessa C mediante il taglio r, basterà dimostrare che ciascuna delle linee P e Q viene divisa in due parti mediante una sezione fatta in una delle medesime. Ora, se, fatto un taglio in P, tolgo la sezione r, la curva C si scinde per ipotesi in due, la stessa cosa ha quindi luogo del pezzo P.

Una linea semplicemente connessa è aperta ed è dotata almeno di due estremi. Ed invero, se fosse chiusa, si potrebbe fare in essa una sezione senza spezzarla. Ciò posto, parto da un'estremo della nostra curva e procedo sempre in un verso scegliendo uno dei cammini possibili, quando giunga ad un punto singolare che non sia semplicemente angoloso oppure ad una cuspide. In tal maniera ripasserò di necessità per una stessa posizione oppure perverrò ad un altro estremo, chè, in caso contrario, la lunghezza della linea sarebbe illimitata. Non appena io giungo per la seconda volta ad uno stesso punto mi arresto ed ottengo in tal modo un pezzo connesso appartenente alla curva data, il quale non diviene sconnesso mediante una sezione. Adunque, la curva considerata ha *almeno* due estremi, e quando la linea data è scevra da punti singolari diversi dalle cuspidi e dai punti semplicemente angolosi, e solo in questo caso, ne ha due soltanto.

È notevole il teorema (¹):

Se una curva C si scinde in m_1 curve semplicemente connesse mediante n_1 sezioni q_1, e se la stessa si decompone in m_2 pezzi, ciascuno dei quali è connesso, per mezzo di n_2 sezioni q_2, non si avrà

$$n_2 - m_2 > n_1 - m_1 .$$

Se nelle m_1 curve semplicemente connesse, delle quali è parola nell'enunciato, facciamo tutte le q_2 sezioni possibili, otterremo $m_1 + n_2 - v$ curve semplicemente connesse, quando v indichi il numero delle sezioni comuni ai due sistemi q_1 e q_2. Se poi alle m_2 curve, delle quali si fa menzione nel teorema, si fanno tutte le q_1 sezioni possibili, si avranno le stesse $m_1 + n_2 - v$ curve. Ciò posto, è manifesto che

(¹) V. Riemann, Opere, pag. 10.

ogni taglio fatto nelle m_2 curve non aumenta di necessità il numero delle curve connesse, e quindi

$$m_2 + n_1 - v \geq m_1 + n_2 - v\,,$$

ossia

$$n_2 - m_2 \leq n_1 - m_1\,.$$

Quale conseguenza di questo teorema si ha che la differenza $n-m$ è costante, se n indica un numero di sezioni atte a scindere la curva C in m curve semplicemente connesse.

Infatti, se consideriamo due determinati spezzamenti di C, l'uno in m_1 curve semplicemente connesse per mezzo di n_1 sezioni, di m_2 l'altro pure semplicemente connesse mediante n_2 sezioni, si avrà pel teorema precedente

$$n_2 - m_2 \leq n_1 - m_1\,, \quad n_1 - m_1 \leq n_2 - m_2\,,$$

laonde:

$$n_2 - m_2 = n_1 - m_1\,.$$

Questo numero costante aumentato di due si dirà *l'ordine della connessione della curva*, esso diminuisce di una unità per ogni taglio.

Se la curva considerata fosse connessa e se si facesse $m = 1$, l'ordine di connessione diminuito di uno indicherebbe il numero delle sezioni necessarie a renderla semplicemente connessa.

Una curva connessa il cui ordine di connessione è p si dirà anche *p volte connessa.*

Una curva n (>1) volte connessa è dotata di un numero di estremi che può essere qualsivoglia. Infatti, essendo C una curva chiusa ed n volte connessa, si aggiunga alla medesima t rami semplici, ciascuno dei quali abbia soltanto un estremo comune con la linea C, mentre due dei medesimi non hanno alcun punto comune, e si otterrà in tal modo una curva C_1 n volte connessa dotata di t estremi.

Tre rami semplici che si projettano nello stesso segmento dell'asse X ed hanno solamente gli estremi comuni costituiscono una curva chiusa quattro volte connessa.

PARTE SECONDA

Le curve limite di una varietà data di curve.

I. *Degli elementi limite di un complesso assegnato di linee.*

1. Sia dato un insieme di valori x ($\geq a, \leq b$) non di necessità tra loro distinti. Rappresentato esso insieme nel solito modo, si fa nascere una varietà di punti P nel segmento ab i quali non sono necessariamente diversi tra loro. Il sistema P si dirà *multeplicemente* disteso sopra l'intervallo ab, quando tra le quantità x ve ne sieno di eguali, in caso contrario esso si dirà *semplicemente* adagiato sopra ab. Una varietà non numerabile di punti potrà ridursi ad un numero finito di elementi, se si fa astrazione dalla multiplicità di quelli che non sono semplici, oppure ciò non ha luogo.

Dirò punto limite della varietà P un punto tale, che si possa assegnare un tratticello di cui fa parte e di piccolezza arbitraria, il quale contenga un numero senza fine di elementi P. Il punto limite potrà non appartenere al sistema P ed in tal caso nelle sue estreme vicinanze si troveranno tanti punti del complesso P, quanti si vogliono, quand'anche si considerassero come semplicemente adagiati quei punti del nostro aggregato, i quali per avventura non lo fossero. Se poi un punto limite appartenesse all'insieme P, esso ne farebbe parte un numero limitato od illimitato di volte. Un punto di P multiplo secondo un numero illimitato di volte è un punto limite.

È chiaro che ciascun elemento della derivata P′, la quale è formata dai punti limite del complesso proposto, è semplicemente adagiato sopra l'intervallo ab.

2. Detta linea l'insieme dei punti imagine di una funzione $y=f(x)$ continua nell'intervallo pq, poniamo che sia assegnato un numero illimitato di linee R in un'area A (¹) a distanza finita rispetto ad una stessa retta M, tali, che il limite inferiore delle lunghezze delle projezioni di ciascuna delle medesime sopra la linea M non sia eguale a zero. Ammetto anche che la varietà R di linee considerate sia *egualmente continua.* Voglio dire con questa locuzione che, data una quantità arbitraria σ, si può fissare una grandezza η per modo, che in una parte qualunque non maggiore di η di un segmento di M, nel quale si projetta una *qualsivoglia* delle linee date, la oscillazione di quest'ultima non sia maggiore di σ.

Le linee del complesso dato sono distinte (²) a due a due o meno. Nel primo caso ogni linea dell'area A che appartiene all'aggregato R è computata in quest'ultimo

(¹) Il contorno dell'area connessa A potrà supporsi formato da una linea della classe r, essendo r un intero eguale o maggiore dell'unità.

(²) Cioè non identiche.

una sol volta, nel secondo ciò non avviene ed una linea *almeno* di A fa parte del gruppo R un numero limitato ed illimitato di volte.

Adunque, ogni elemento del complesso dato è deposto semplicemente in A oppure multeplicemente; nell'ultimo caso suppongo prima che appartenga un numero assegnabile di volte al sistema R. Studierò a parte il caso che una stessa linea sia adagiata un numero illimitato di volte sopra il piano. Circa alla posizione scambievole di due linee non si fa veruna ipotesi, esse ponno non avere alcun punto comune oppure incontrarsi in un numero limitato od illimitato di punti, e nell'ultima ipotesi gli elementi comuni possono essere disposti comunque.

Consideriamo ora la varietà formata dai punti di M che sono le projezioni degli estremi sinistri delle linee date.

Per tutta chiarezza giova distinguere tre casi:

I° Non si ponno assegnare due linee del sistema dato di cui gli estremi sinistri sieno sulla stessa normale alla retta M. In tale ipotesi le projezioni di questi estremi formeranno un insieme di punti semplicemente deposti sopra M.

II° Non è soddisfatta la precedente condizione, mentre si può assegnare un numero per modo, che non esista una normale alla retta M sulla quale cada un numero di estremi maggiore del medesimo. In tale caso le projezioni di questi termini formeranno un insieme di punti non adagiato semplicemente sopra M, ma in pari tempo si può determinare un intero k in guisa, che nessuno degli elementi di questo aggregato sia adagiato più di k volte sulla retta M.

III° Non avviene nè il primo nè il secondo fatto, ossia per quanto grande si assuma un intero si avverte che esiste un numero di linee maggiore di esso, ciascuna delle quali ammette uno stesso punto quale projezione del suo estremo sinistro. Questa ipotesi può decomporsi in due: si può determinare un numero non assegnabile di linee aventi l'estremo sinistro dotato della stessa projezione sopra la retta M, ed in tal caso si può assegnare almeno un punto deposto un numero illimitato di volte su M; ciò non avviene.

Se il sistema R fosse formato da una varietà di linee ciascuna delle quali ha per estremo sinistro un punto dotato sempre di una stessa projezione sopra M, si avrebbe un esempio della prima ipotesi. Ecco un esempio dell' altro caso. Sia α_s $(s=1,2,3,...)$ una varietà di punti del primo ordine tutti tra loro distinti, la quale ammette soltanto il punto a per punto limite. Sia poi dato un insieme di linee che contenga una sola il cui estremo sinistro si projetta in α_1, due il cui estremo omonimo si projetta in α_2, e così di seguito indefinitamente. Nel punto a poi si projetti un numero assegnabile di estremi sinistri appartenenti a linee del sistema considerato.

In ognuno dei casi contemplati io posso tener parola *almeno* di un punto limite B_1 del complesso formato dalle projezioni degli estremi sinistri sopra M delle linee date. Nella prima ipotesi si avrà sulla retta M un insieme di punti α_s $(s=1,2,3,...)$ tutti tra loro distinti in guisa, che sia $\lim_{s=\infty} \alpha_s = B_1$, nella seconda non avverrà necessariamente la stessa cosa, ma il numero dei punti diversi del gruppo α_s $(s \geq 1)$ è *senza confine*. Nella terza ipotesi il gruppo α_s $(s \geq 1)$ potrebbe comporsi del solo punto B_1.

3. Sia ora C_s $(s = 1, 2, 3, \ldots)$ una linea della varietà data di cui l' estremo sinistro ha per ascissa α_s. Rappresentatala col simbolo $y = f_s(x)$, consideriamo l'insieme di quantità $f_s(\alpha_s)$ $(s = 1, 2, 3, \ldots)$, dal quale si può torre l'altro $f_{\varphi(s)}(\alpha_{\varphi(s)})$ $(s = 1, 2, 3, \ldots)$ in guisa, che la grandezza $f_{\varphi(s)}(\alpha_{\varphi(s)})$ tenda ad un limite all'annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$, essendo $\varphi(s)$ un intero che va all' infinito con s sempre crescendo. È chiaro poi che io potrò levare dal complesso $f_s(\alpha_s)$ $(s = 1, 2, 3, \ldots)$ tante varietà quante voglio della forma $f_{\varphi(s)}(\alpha_{\varphi(s)})(s \geq 1)$ tali, che la grandezza $f_{\varphi(s)}(\alpha_{\varphi(s)})$ abbia un limite determinato all'annullarsi della quantità s^{-1}. Questo limite poi sarà capace di un numero limitato od illimitato di valori, in amendue i casi però non potrà eccedere le grandezze tra le quali oscilla la espressione $f_s(\alpha_s)$ all'aumentare indefinito dell'intero s. Si potrà fare $\varphi(s) = s$ solo nel caso in cui la quantità $f_s(\alpha_s)$ ha un limite per s infinito.

Dall'insieme dato di linee io posso dunque scegliere la varietà E_t $(t = 1, 2, 3, \ldots)$ per modo, che l' estremo sinistro della linea E_t converga alla posizione (B_1, C_1), e da questa ultima si potrà poi torre con maniera analoga alla precedente il sistema G_u $(u = 1, 2, 3, \ldots)$ in guisa, che anche l'estremo destro tenda ad un punto (B_2, C_2).

Detta $\alpha_u \beta_u$ la projezione della linea G_u $(u = 1, 2, 3, \ldots)$ sopra la retta M, si potrà soddisfare ad amendue le condizioni:

$$\alpha_{u_r} \leq B_1, \; \beta_{u_r} \geq B_2, \; u_1 < u_2 < u_3 < u_4 < \ldots,$$

qualunque sia l'intero r, quando si scelgano opportunamente i numeri $u_1, u_2, u_3, \ldots$, oppure ad una soltanto od a nessuna delle due. Nel primo caso levo dalla varietà G_u $(u \geq 1)$ l'altra H_t $(t \geq 1)$ in guisa, che sia $\gamma_t \leq B_1$, $\delta_t \geq B_2$, nel secondo faccio in modo, che si abbia $\gamma_t \leq B_1$ oppure $\delta_t \geq B_2$, essendo γ_t e δ_t le projezioni degli estremi della linea H_t sopra la retta M. Nell' ultima ipotesi indico ancora il complesso G_u con la notazione H_t.

Avrebbe luogo il primo caso, ad esempio, se il tratto $\alpha_{u+1} \beta_{u+1}$ non avesse alcun punto esterno all'altro $\alpha_u \beta_u$ a partire da un valore assegnabile dell'intero u.

Divido ora il segmento $B_1 B_2$ successivamente in m^r $(r = 1, 2, 3, \ldots)$ parti eguali e dico η_r $(r = 1, 2, 3, \ldots)$ il limite superiore delle oscillazioni della linea H_t in ognuna di esse, quale si sia l'intero t. Detta $\varepsilon_t^{(r)}$ la massima delle oscillazioni della linea H_t in ciascuna delle m^r parti indicate, sarà η_r il limite superiore delle quantità $\varepsilon_t^{(r)}$ $(t = 1, 2, 3, \ldots)$. La grandezza η_r è infinitesima insieme ad $\frac{1}{r}$, perchè le linee del complesso R sono per ipotesi egualmente continue.

Ciò posto, è manifesto che io posso levare dalla successione H_t $(t = 1, 2, 3 \ldots)$ un'altra $G_t^{(1)}$ $(t = 1, 2, 3, \ldots)$ la quale tenda ad una posizione limite $A_r^{(1)}$ $(r = 1, 2, \ldots, m - 1)$ all'annullarsi del quoto $\frac{1}{t}$ rispetto ad ognuno dei punti di divisione in m parti eguali del tratto $B_1 B_2$. A tal fine sceglierò prima dall'insieme H_t un altro V_s $(s = 1, 2, 3, \ldots)$, il quale converga ad un limite rispetto al primo degli $m - 1$ punti di divisione da B_1 verso B_2. Dal complesso V_s poi leverò un altro per modo, che la stessa condizione sia soddisfatta nel secondo punto di divisione, e così via.

Ammetto per tutta chiarezza che ogni linea dell' aggregato V_s $(s = 1, 2, 3, \ldots)$

contenga un punto che si projetta nel primo degli $m-1$ punti che dividono l'intervallo $B_1 B_2$, la qual cosa può farsi come è manifesto.

Se rappresentiamo con la notazione $y=\varphi_t(x)$ la linea H_t, e se diciamo h_1 l'ascissa del primo punto di partizione del tratto $B_1 B_2$ in m parti eguali, la varietà $\varphi_t(h_1)$ $(t=1, 2, 3, \ldots)$ si manterrà finita al crescere indefinito dell'intero t, perchè il sistema di linee R è a distanza finita. Noi potremo di conseguenza assegnare una successione di valori t_r $(r=1, 2, 3, \ldots)$ per modo, che la quantità $\varphi_{t_r}(h_1)$ tenda ad un limite Q all'annullarsi del quoziente $\frac{1}{t}$. La quantità Q sarà capace di un numero limitato ed illimitato di valori, essa non eccederà però i limiti tra i quali oscilla la espressione $\varphi_t(h_1)$ mentre il quoto $\frac{1}{t}$ è infinitesimo. In tale maniera determino la varietà V_s $(s=1, 2, 3, \ldots)$ da torsi dall'altra H_t $(t \geq 1)$, e nella stessa guisa le altre.

Dal gruppo $G_t^{(1)}$ $(t=1, 2, 3, \ldots)$ si potrà poi torre un altro $G_t^{(2)}$ $(t \geq 1)$ per modo, che in ciascuno degli m^2-1 punti, che scompongono il tratto $B_1 B_2$ in m^2 parti eguali, la linea $G_t^{(2)}$ converga ad una posizione limite $A_r^{(2)}$ $(r=1, 2, \ldots, m^2-1)$ all'annullarsi della quantità $\frac{1}{t}$, mentre ogni elemento dell'aggregato $G_t^{(2)}$ ha un punto che si projetta nel primo degli m^2-1 punti di partizione ed uno nell'ultimo. Dalla varietà $G_t^{(2)}$ tolgo poi l'altra $G_t^{(3)}$, e così di seguito indefinitamente.

4. Non è difficile ora a dimostrarsi che, mentre gli interi s e t crescono indefinitamente e non in modo indipendente tra loro, l'aggregato $G_t^{(s)}$ converge ad una linea K, la quale si projetta semplicemente nel segmento $B_1 B_2$.

Infatti, la linea $G_t^{(s)}$ tende ad una posizione limite all'annullarsi del quoto $\frac{1}{t}$ rispetto ad ognuno degli m^s-1 punti di divisione in m^s parti eguali dell'intervallo $B_1 B_2$. Possiamo quindi fare $t=\psi_s(v)$ in guisa, che la linea $G_{\psi_s(v)+u}^{(s)}$ $(u \geq 0)$ si scosti al più della quantità ρ_v dalla posizione limite relativamente ad ognuno degli elementi indicati, essendo $\psi_s(v)$ il minimo intero che soddisfa alla condizione accennata e ρ_v $(v=1, 2, 3, \ldots)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente. Le ordinate di due punti appartenenti a due linee $G_{\psi_s(v)+u}^{(s)}$ $(u \geq 0)$ che si projettano in uno stesso punto non di divisione del tratto $B_1+\frac{B_1 B_2}{m^s}$ $B_2-\frac{B_1 B_2}{m^s}$ differiscono al più di $2\rho_v+2\eta_s$, perchè le ordinate dell'estremo sinistro della parte in cui cade il punto considerato di due linee dell'insieme $G_{\psi_s(v)+u}^{(s)}$ $(u \geq 0)$ non hanno una differenza maggiore di $2\rho_v$, e la oscillazione di un elemento qualsivoglia $G^{(s)}$ non supera la grandezza η_s in ciascuno degli m^s tratti eguali in cui fu diviso l'intervallo $B_1 B_2$.

Se consideriamo dunque la ordinata della linea $G_t^{(s)}$ corrispondente ad una stessa ascissa qualunque non eccedente i limiti $B_1+\frac{B_1 B_2}{m^s}$ $B_2-\frac{B_1 B_2}{m^s}$, l'estremo della medesima che non giace sull'asse X oscillerà tra due grandezze arbitrariamente vicine,

tende quindi ad un limite mentre le due quantità s e t crescono a dismisura nè in modo indipendente tra loro.

All'intervallo $B_1 + \frac{B_1 B_2}{m^s}$ $B_2 - \frac{B_1 B_2}{m^s}$ potrà sostituirsi l'altro $B_1 B_2$, quando si abbia $\alpha_{u_r} \leqq B_1$, $\beta_{u_r} \geqq B_2$, qualunque sia l'intero r. Si potrà poi sostituire l'uno o l'altro dei due B_1 $B_2 - \frac{B_1 B_2}{m^s}$, $B_1 + \frac{B_1 B_2}{m^s}$ B_2, secondo che si ha soltanto $\alpha_{u_r} \leqq B_1$ oppure $\beta_{u_r} \geqq B_2$, qualesisia r.

Gli estremi della linea K sono i due punti (B_1, C_1), (B_2, C_2). Ed invero, noi possiamo attribuire all'intero t un valore t_1 tale, che la linea $G^{(s)}_{t_1+v}$ $(v \geqq 0)$ abbia i suoi estremi sinistro e destro vicini quanto si vuole rispettivamente ai due punti accennati, qualunque sia l'intero s.

Risulta di conseguenza dimostrato che, mentre gli interi s e t crescono oltre ogni misura e non in modo indipendente tra loro, l'aggregato $G^{(s)}_t$ converge ad una linea K, la quale si projetta semplicemente sulla retta M e di cui gli estremi sono i punti (B_1, C_1), (B_2, C_2).

Si può anche supporre che la projezione della linea G_u $(u = 1, 2, 3, \ldots)$ contenga sempre il segmento $B_1 B_2$ aggiungendo a ciascuno degli estremi dell' elemento G_u $(u = 1, 2, 3, \ldots)$ un segmento rettilineo opportuno, al caso nullo, parallelo all'asse X.

Se la linea K cade nell'area A — 0 un'area elementare qualsivoglia che la contiene nel suo interno ed appartiene alla superficie A — 0 ha pure nel suo interno un numero illimitato di linee date. Se poi l'elemento K non appartenesse all'area A — 0, avrebbe uno o più punti sul contorno di A, e si potrebbe costruire anche in questo caso un'area elementare in A che contiene del tutto la linea K insieme ad un numero illimitato di linee della varietà data. Questo spazio non sarebbe però completamente in A—0. Chiamerò l'elemento K *linea limite*.

II. *Alcune proprietà delle linee limite.*

1. Data una varietà di linee R è *determinato* il sistema R′ delle sue linee limite, che si dirà *derivata prima*. Questa asserzione va interpretata così: tracciata una linea qualsivoglia in A di cui la projezione sopra M è semplice nè inferiore al limite minore delle projezioni delle linee della varietà data, essa sarà o meno una linea limite del complesso R, ossia una linea che può ottenersi col processo testè usato.

Gli elementi che appartengono alla derivata prima sono egualmente continui.

Infatti, pigliata ad esame una linea *qualsivoglia* K del gruppo R′, diciamone ab la projezione sopra la retta M, la qual projezione non è *di necessità* la stessa qualunque sia la linea limite considerata, come è evidente. Ciò posto, io potrò assegnare un insieme di linee F_h $(h = 1, 2, 3, \ldots)$ tali, che si abbia $\lim_{h=\infty} F_h = K$ nel significato or ora chiarito. D'altra parte, modificando opportunamente ogni linea F_h, si può supporre che la projezione dell'elemento F_h contenga per intero l'intervallo ab, qualunque sia l'intero h.

Ora, è tosto veduto che le linee limite del complesso dato R sono continue in egual maniera. Poichè io posso determinare una quantità η per modo, che, considerata una parte qualsivoglia della projezione di una qualunque delle linee della varietà data non maggiore di η, la oscillazione della linea in essa non sia maggiore della grandezza arbitraria σ. Da valore opportuno h' di h, e sia il minimo possibile, la linea $F_{h'+s}$ $(s \geq 0)$ si scosterà dalla linea qualsivoglia K in punti aventi la stessa ascissa non più di σ, laonde in ogni parte della projezione dell'elemento K non maggiore di η la oscillazione di quest'ultimo non supera 3σ.

Il numero h' dipende dalla linea limite K che si considera; esiste però per ogni elemento limite, tanto a noi basta.

Il limite inferiore delle projezioni delle linee del sistema R' sopra la retta M non è minore della quantità analoga N relativa alla varietà data.

Ed invero, non si potrà assegnare una linea L del complesso R' la cui projezione sopra M sia più piccola della grandezza N, chè, se ciò avvenisse, una linea dell'aggregato P infinitamente vicina alla L avrebbe una projezione minore di N, contro il supposto.

D'altra parte, l'insieme delle projezioni del sistema R raggiunge o meno il valore N. Nel secondo caso si può scegliere dal complesso dato un gruppo di linee U_t $(t = 1, 2, 3, ...)$ tali, che la projezione della U_t tenda al valor N all'annullarsi del quoto $\frac{1}{t}$. Questo sistema U_t ammette almeno un elemento limite di cui la projezione è manifestamente eguale ad N. La verità di questa asserzione risulta evidente quando si rammenti il metodo seguìto poco fa per ottenere la linea limite K, e lo si applichi all'insieme U_t.

Adunque, se la varietà delle projezioni del sistema dato non raggiunge il limite inferiore N, quest'ultimo appartiene anche al complesso che costituisce derivata prima e viene raggiunto almeno da una delle linee R'.

Se poi il numero delle linee la cui projezione è N fosse illimitato, reggerebbero ancora le osservazioni precedenti, altrettanto ha luogo se esso è limitato e non nullo e se in pari tempo si può assegnare un gruppo U_t $(t \geq 1)$ della specie or ora indicata. In caso diverso da quelli accennati il limite inferiore delle projezioni delle linee del sistema R' è maggiore di N.

In modo analogo al precedente si dimostra che il limite superiore delle projezioni del complesso R' non è maggiore della quantità analoga relativa alla varietà data R.

La derivata prima R' determina la derivata seconda R'', che è formata da un insieme di linee egualmente continue. È manifesto ora ciò che debba intendersi per varietà derivata dell'ordine n o derivata n^{a} $R^{(n)}$.

Un insieme di linee si dirà dell'ordine p, quando la derivata p^{a} si compone di un numero limitato e non nullo di linee. Il sistema $x^2 + y^2 = r^2$ $(y \geq 0$ oppure $y \leq 0$, $r = 1 + \frac{1}{2}, 1 + \frac{1}{3}, ...)$ è del primo ordine e la sua derivata prima è composta delle due linee $x^2 + y^2 = 1$ $(y \geq 0$ ossia $y \leq 0)$. La varietà $x^2 + y^2 = r^2$ $(y \geq 0$ oppure $y \leq 0$,

$r \geq 1, \leq 2$) non è di ordine assegnabile, ed ogni complesso derivato è identico al primitivo.

Il limite superiore delle projezioni del primo aggregato è eguale a 3, l'inferiore a 2, pel secondo i limiti sono 4 e 2.

2. La somma degli spazi, ciascuno dei quali contiene uno o più punti appartenenti ad un sistema di linee di ordine assegnabile, può farsi di quella piccolezza che si vuole.

Questa asserzione è conseguenza del teorema:

L'insieme degli spazî, a ciascuno dei quali appartiene almeno un punto di un numero limitato di linee tracciate nell'area A sita a distanza finita, può farsi di quella piccolezza che si vuole.

La proposizione è evidente se il sistema consta di linee che non hanno alcun punto comune. Se ciò non ha luogo, si potrà rendere piccolissima la somma degli spazî rispetto a ciascuna linea considerata a sè, l'aggregato degli spazî contenenti uno o più punti delle linee date sarà più piccolo dell'insieme di queste somme, che può farsi di quella piccolezza che si vuole. Questo fatto si verifica perchè *almeno* una delle aree in cui fu divisa la superficie A appartiene *almeno* a due tra le linee date.

Ora, è chiaro che la somma degli spazi relativi all'ultima derivata di un sistema dell'ordine p può farsi tanto piccola quanto si vuole. Tolti questi spazi dalla superficie A, dico B l'area in tal modo ottenuta, la quale non è di necessità connessa. L'area B non sarebbe, ad esempio, connessa, se la derivata $R^{(p)}$ contenesse una linea che spezza A.

Ciò posto, si avverte facilmente che non si può assegnare un numero illimitato di linee della derivata $(p-1)^{a}$, ciascuna delle quali abbia un punto in B. Poichè in caso contrario io potrei determinare nell'area B un numero senza fine di punti a_s $(s \geq 1)$ tali, che due qualsivoglia possano ritenersi come non appartenenti ad una stessa linea del gruppo $R^{(p-1)}$, ma bensì a due distinte tra loro (¹). L'insieme a_s $(s \geq 1)$ ammette *almeno* un punto limite d nell'area B. Questo punto d ha la proprietà che si può torre dall'aggregato a_s $(s \geq 1)$ un altro b_u $(u = 1, 2, 3, \ldots)$ in guisa, che il punto b_u converga ad esso mentre l'intero u cresce a dismisura.

Se dico poi L_u $(u \geq 1)$ una linea della varietà $(p-1)^{a}$ che passa pel punto b_u $(u = 1, 2, 3, \ldots)$, ed una *almeno* si può al certo assegnare, ogni elemento limite dell'insieme L_u sara infinitamente vicino al punto d e quindi lo conterrà. Ma in tale ipotesi il punto d apparterrebbe alla derivata p^{a} del complesso proposto, e l'area B non sarebbe scevra da punti che fanno parte dell' ultima derivata, la qual cosa è contraria all' ipotesi. Ne consegue che il numero delle linee dell' aggregato $R^{(p-1)}$, ciascuna delle quali ha uno o più punti in B, è limitato. La somma degli spazî della superficie B non scevri da uno o più punti di queste ultime linee può quindi farsi di quella piccolezza che si vuole. Con una partizione conveniente dell'area A io posso dunque rendere piccolissimo l' insieme degli spazî, ciascuno dei quali non va esente da uno o più punti di quelle linee che formano le due ultime derivate.

Procedendo nella maniera indicata si scorge facilmente la verità dell'asserto.

(¹) Non identiche.

III. *Generalizzazione dei risultati ottenuti nei due numeri precedenti.*

1. Le ricerche dei due capitoli precedenti possono venir alquanto generalizzate. Gli studî fatti sino ad ora si riferivano a varietà tali di linee, che nessuna fosse deposta un numero non assegnabile di volte sopra A. Tolta questa restrizione, è chiaro che ogni elemento dell' insieme dato, il quale è deposto un numero illimitato di volte sopra la superficie A, appartiene alla derivata R′, che è formata da linee semplicemente adagiate sopra A. Tutti i risultati ottenuti nell' ipotesi che ciascuna delle linee dell' aggregato R sia deposta un numero limitato di volte sull'area A reggono anche nel caso attuale.

2. Sia ora R un complesso di linee in A, ciascuna delle quali si projetta semplicemente sopra la retta M, egualmente continue e scelte in guisa, che il limite inferiore N delle loro projezioni sia eguale a zero. Ammettiamo altresì che ogni elemento dell' insieme R sia adagiato un numero assegnabile di volte sopra A.

Ciò posto, si supponga che il numero $f(s)$ delle linee di cui la projezione non è inferiore ad η_s sia limitato per ogni valor particolare dell'intero s, essendo $\eta_s\,(s \geq 1)$ un infinitesimo positivo e sempre decrescente. In tale ipotesi sarà

$$f(s) \leq f(s+1) \leq f(s+2) \leq \ldots, \quad \lim_{s=0} f(s) = \infty.$$

Imperocchè, se la espressione $f(s)$ tendesse ad un limite all' annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$, il numero delle linee dell' aggregato R sarebbe assegnabile, nè si avrebbe di conseguenza $N=0$, contro il supposto.

In questo caso la derivata prima R′, che manifestamente va determinata col metodo del capitolo I, consta di un complesso di punti, l'ordine del quale è assegnabile o meno. Infatti, se io potessi determinare una linea L appartenente alla varietà R′, esisterebbe un numero illimitato di elementi del gruppo R, i quali ammetterebbero per linea limite l'elemento L, mentre il limite inferiore delle loro projezioni sopra la retta M sarebbe maggiore di zero, la qual cosa non può aver luogo per ipotesi.

Ecco un esempio: sia $a_s\,(s \geq 1)$ un aggregato di punti tutti tra loro distinti ed m un intero determinato scelto del resto ad arbitrio. Traccio per ciascuno degli elementi $a_s\,(s=1, 2, 3, \ldots, m)$ una linea di cui la projezione sopra la retta di riferimento M sia maggiore od eguale ad η_1, conduco poi per ognuno dei punti a_s $(s=1, 2, 3, \ldots, 2m)$ una linea la cui projezione sopra M sia inferîore ad η_1 ma non ad η_2, e così di seguito indefinitamente, badando che il complesso che nasce in tal guisa sia egualmente continuo. La varietà dei punti $a_s\,(s \geq 1)$ fa al certo parte della derivata R′. L' insieme R′ potrà poi essere di ordine illimitato o meno, e nel primo caso la somma degli spazî che lo contengono potrà farsi di quella piccolezza che si vuole o no. In questo complesso di linee ogni elemento è deposto una sol volta sopra l'area A.

Se modifichiamo ora l'insieme precedente in guisa, che ogni suo elemento venga computato come tale un numero illimitato di volte, il gruppo di punti $a_s\,(s=1, 2, 3, \ldots)$

e la varietà stessa R faranno parte della derivata R', in cui però ogni linea dovrà considerasi come semplicemente adagiata in A. L'aggregato a_s appartiene anche alla derivata seconda R''. Per ottenere quest'ultima io applico all'insieme R' il metodo generale *trascurando il gruppo de' punti* a_s.

3. Poniamo adesso che si possa assegnare un numero s_1 tale, che il sistema di linee K_{s_1} aventi una projezione non inferiore ad η_{s_1} non sia di ordine nullo, mentre ciascun complesso della forma $K_{s+1} - K_s = f(s+1) - f(s)$ $(s \geq s_1)$ considerato a sè si compone di un numero limitato di elementi. Con η_s $(s \geq 1)$ indico ancora un infinitesimo positivo sempre decrescente e con s_1 il minimo intero che soddisfa alla condizione accennata. Suppongo poi che nessuna linea sia deposta un numero illimitato di volte sopra A.

Nella nostra ipotesi si dovranno sempre considerare delle nuove linee della varietà R all'indefinito aumentare del numero s, poichè in caso contrario il limite inferiore delle projezioni delle linee date sarebbe contro il supposto maggiore di zero.

È chiaro che potranno verificarsi due casi:

$\underset{\smile}{A}$ Il sistema K_{s_1} è d'ordine illimitato.

$\underset{\smile}{B}$ Il suo ordine è assegnabile ma non nullo.

In amendue le ipotesi $\underset{\smile}{A}$ e $\underset{\smile}{B}$ l'aggregato $K_{s+1} - K_s$ $(s \geq s_1)$ potrà comporsi di un numero *limitato* di linee, quale si sia s, oppure di un numero *assegnabile di elementi che va all'infinito con* s oscillando o meno ([1]). Il limite inferiore delle projezioni delle linee appartenenti alla derivata R' è sempre maggiore di zero, poichè, se ciò non fosse, io potrei assegnare una linea di R' di cui la projezione è di quella piccolezza che si vuole, ed avrei di conseguenza un numero non assegnabile di linee del complesso primitivo aventi una projezione piccola a piacere, la qual cosa contrasta all'ipotesi. Nel caso $\underset{\smile}{A}$ la derivata R' si compone di un insieme di linee di ordine illimitato più un gruppo di punti di ordine assegnabile o meno, nel caso $\underset{\smile}{B}$ di un insieme di punti della stessa natura e di una varietà di linee di ordine limitato.

Ecco un esempio relativo all'ipotesi $\underset{\smile}{A}$. Il sistema R si componga di un aggregato di elementi egualmente continuo e di ordine illimitato rispetto ad una stessa retta M, pel quale il limite inferiore N delle projezioni è maggiore di zero, più un altro complesso così costruito. Segno in A—0 un ramo di curva S di cui la lunghezza non superi l'unità e considero sul medesimo l'insieme dei punti, ognuno dei quali dista di una lunghezza commensurabile da uno stesso estremo. Essendo $\eta_s (s \geq 1)$ il solito infinitesimo e q un intero fisso, scelto ad arbitrio, traccio in A—0 delle linee, ciascuna delle quali si projetti semplicemente sopra la retta di riferimento contenga un solo punto di S di ascissa $\frac{m}{n} (n \leq q, m \leq n)$, nè abbia una projezione minore di η_1. Analogamente si operi con le quantità η_2 e $q+1$, avvertendo che nessuna delle nuove linee abbia una projezione maggiore od eguale ad η_1, e così via indefinitamente, badando però che la varietà di elementi che nasce in tal modo sia continua in egual grado. In questa guisa si genera un insieme di linee in A — 0,

([1]) È chiaro che con una scelta opportuna dell'infinitesimo η_s $(s \geq 1)$ questi due casi si potrebbero ridurre al solo secondo.

ciascuna delle quali è semplicemente adagiata nello spazio A e di cui la derivata prima contiene anche il gruppo di punti formanti la curva S.

L' esempio seguente si riferisce all' ipotesi B. Indico con ω_t $(t \geq 1)$ il complesso dei punti le cui distanze da uno stesso estremo di un segmento di retta $p\,(\leq 1)$ normale alla retta M sono commensurabili, e con $\rho_s\,(s \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente. Tolgo quindi dall' infinitesimo dato l' altro $\rho_{2s}\,(s=1, 2, 3, ...)$ e costruisco parallelamente alla retta M per ω_1 una varietà di tratti di lunghezza ρ_2, ρ_4, ... Considero ora la grandezza ρ_{3t}, essendo $3t$ l' insieme dei multipli di 3 non divisibili per due, e tiro per ω_2 un segmento parallelo alla retta di riferimento di lunghezza variabile ρ_{3t}. Contemplo quindi l' infinitamente piccolo ρ_{5t}, ove t è un intero qualsivoglia non divisibile nè per due nè per tre, ed opero come poco fa giovandomi del punto ω_3. Aggiungo per ultimo alla varietà in tal modo ottenuta un' altra di ordine limitato e non nullo per la quale la quantità N è maggiore di zero. Nelle fatte ipotesi la differenza $K_{s+1}-K_s$ consta sempre a partire da valore opportuno di s di un numero limitato di elementi, e la varietà dei punti limite forma il segmento p.

Ammettiamo ora che si possa determinare un numero illimitato di varietà della forma $K_{s+1}-K_s$, nessuna delle quali è d' ordine nullo. In questo caso l' aggregato R′ si compone di un insieme di linee d' ordine non nullo, pel quale il limite inferiore delle projezioni è eguale a zero, più un gruppo di punti.

Il limite inferiore delle projezioni del complesso derivato è eguale a zero, perchè, data una quantità arbitraria σ si possono determinare tante linee dell' insieme R quante si vogliono, ciascuna delle quali non ha una projezione maggiore di σ. Queste linee ammettono *almeno* un elemento limite di cui la projezione non è maggiore di σ.

Ecco due esempî. La varietà R sia composta di un aggregato di linee di ordine illimitato, pel quale il limite inferiore delle projezione è maggiore di zero, più un insieme di linee così formato. Segno in A—0 un segmento normale alla retta di riferimento e sul medesimo una varietà di punti dell'ordine $p(\geq 1)$. Tiro quindi per ciascuno di questi ultimi un segmento di retta normale al primitivo ed eguale ad η_1, poi nello stesso modo un tratto eguale ad η_2, e così via. In questo caso la derivata R′ contiene anche il gruppo di punti dell' ordine p assunto sul segmento primitivo.

Il complesso formato da tutte le linee egualmente continue inseribili in A rispetto ad una stessa retta M dà origine ad una varietà R′, che contiene l' insieme dei punti di A e l' aggregato R.

È bene il fare una distinzione tra i complessi testè considerati. Si potrà assegnare un gruppo derivato $R^{(u)}$, e sia il primo, pel quale il limite inferiore delle projezioni N è maggiore di zero, oppure si ha sempre N=0. Nel primo dei due ultimi esempî la quantità N relativa alla derivata $(p+1)^{a}$ è maggiore di zero, nel secondo essa è sempre zero.

Quando la derivata prima R′ contiene un insieme di punti giova fare astrazione di quest' ultimo nel *computo* della derivata seconda e nella determinazione della quantità N relativa all' aggregato R′, e così via.

Se si toglie la restrinzione che ogni linea dell'insieme proposto sia adagiata un numero assegnabile di volte sopra A, la quantità N essendo nulla, converrebbe determinare il complesso R′ e si cadrebbe quindi in un caso già veduto, pel quale il limite inferiore delle projezioni è eguale a zero o no.

4. Ci restano a dire poche parole relative alla ipotesi della continuità non uniforme, la quantità N essendo maggiore od eguale a zero, mentre ciascuna linea è deposta un numero limitato od illimitato di volte sopra la superficie A.

Nel caso indicato si potrà torre dal sistema dato un' altro egualmente continuo e d' ordine non nullo, oppure ciò non si verifica. Il primo fatto ha luogo al certo ogni qualvolta una almeno delle linee date è adagiata tante volte quante si vuole sopra A.

Se non può levarsi dell' insieme dato un' altro egualmente continuo, non esisterà una linea limite, poichè nel caso contrario si potrebbe scegliere dal complesso proposto un' altro continuo in egual modo e non di ordine nullo, contro l' ipotesi. *Non si tenderà però nemmeno ad un gruppo di punti.*

Ed invero, ammesso per un momento che esista in A un punto limite a, descrivo intorno al medesimo una circonferenza di raggio piccolo a piacere. D'altra parte, potrò scegliere una varietà di linee $\varepsilon_s (s \geq 1)$, la quale tenda all' elemento a all' annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$, ed assegnare di conseguenza un valore s_1 tale, che la linea $\varepsilon_{s_1+t} (t \geq 0)$ non abbia alcun punto esterno al cerchio or ora costruito. L'aggregato $\varepsilon_s (s=1,2,3,...)$ sarebbe quindi formato da linee uniformemente continue, la qual cosa non può aver luogo per dato.

IV. *Applicazione delle ricerche precedenti ad un sistema di rami elementari della classe r.*

1. Sia data una varietà di linee nell' area A posta a distanza finita rispetto ad una stessa retta M in guisa, che nessuna di esse sia deposta un numero illimitato di volte sopra A e che il limite inferiore N delle loro projezioni non sia lo zero. Di più, ogni linea dell' insieme dato sia ognora crescente o decrescente, quando non sia costante. Con una scelta opportuna degli assi si potrà poi fare in guisa, che ciascuna linea del complesso proposto cada nel primo quadrante, essendo l'asse X una parallela alla retta M. La funzione generica $y=f(x)$ del nostro aggregato abbia poi in ciascun punto del tratto $\overline{a+0 \; b-0}$ una derivata prima, essendo ab la projezione della linea $y=f(x)$ sopra la retta M. Questa derivata sia sempre costante oppure ognora crescente o decrescente. E poichè per ipotesi altrettanto avviene dell' elemento $y=f(x)$, la derivata $f'(x)$ non assumerà valori positivi e negativi. Quanto si è detto circa alla derivata prima si dica della derivata seconda, terza,.., $r^a (\geq 1)$. Quest' ultima si mantenga continua *in particolare* per ciascuna funzione nel tratto $\overline{a+0 \; b-0}$. Adunque, ogni derivata di cui l' ordine non è superiore ad r *non assume valori postivi e negativi.* Le projezioni di due rami del complesso considerato saranno identiche o no, come è chiaro.

La varietà delle derivate $f'(x)$ è finita nel tratto $\overline{a+\eta \; b-\eta}$, essendo η una quantità positiva minore di $\frac{N}{2}$, del resto qualsivoglia.

Le quantità a e b ponno variare da linea a linea, laddove la grandezza η si ritiene costante.

Decompongo per tutta chiarezza l'insieme delle linee $y=f'(x)$ in sei altri, il primo V_1 contenga le funzioni che sono positive e costanti, il secondo V_2 le negative e costanti, l'altro V_3 le positive crescenti, il quarto V_4 le negative crescenti, il quinto V_5 le positive decrescenti, l'ultimo V_6 le negative decrescenti. È manifesto che *almeno* uno di questi aggregati contiene un numero illimitato di elementi, mentre ciascuno degli altri *potrà* contenerne un numero limitato. Se tra le linee dell'insieme dato vi fossero dei segmenti paralleli all'asse X, le funzioni $f'(x)$ corrispondenti sarebbero sempre nulle e potrebbero appartenere indifferentemente ad una od dall'altra delle due varietà V_1, V_2.

Ciò posto, considero, per fissare le idee, la varietà V_3, e dico che si può assegnare una quantità $L(>0)$ in guisa, che nessuna delle funzioni del complesso V_3 assuma un valore più grande di L nel tratto $\overline{a+\eta}\ \overline{b-\eta}$. Poichè, se tale asserzione non fosse vera, si potrebbe determinare un'infinitamente grande positivo ed ognora crescente $M_s (s \geqq 1)$ per modo, che fosse $\varphi_s(b_s-\eta) \geqq M_s$, $y=\varphi_s(x)$ $(s=1, 2, 3, ...)$ essendo un gruppo di linee del sistema V_3, mentre $a_s\, b_s$ è la projezione dell'elemento $y=\varphi_s(x)$ sopra l'asse X.

Ora, la espressione

$$\psi_s(x)=f_s(a_s+\eta)+\int_{a_s+\eta}^{x} \varphi_s(\alpha)\, d\alpha=f_s(x),$$

nella quale la funzione $f_s(x)$ è quell'elemento del complesso dato che ammette per derivata la $\varphi_s(x)$, rappresenta un sistema di funzioni positive e sempre crescenti tali, che la quantità $\psi_s(b_s-\eta_1)$ $(0<\eta_1<\eta)$ sia un infinitamente grande positivo ed ognora crescente. Ma ciò è contrario all'ipotesi che gli elementi $y=f(x)$ appartengano all'area A sita a distanza finita.

Si può quindi assegnare una quantità L (>0) per modo, che nessuna linea dell'insieme V_3 raggiunga un valore maggiore della medesima in ciascun punto del tratto $\overline{a+\eta}\ \overline{b-\eta}$, essendo ab la projezione di uno qualsivoglia degli elementi che costituiscono il complesso considerato,

Una proprietà analoga a quella ora dimostrata per l'aggregato V_3 spetta a ciascuno degli altri insiemi V_1, V_2, V_4, V_5, V_6.

Si può dimostrare tale proprietà rispetto al sistema V_4 nel modo seguente. Se essa non avesse luogo, si potrebbe assegnare un infinito sempre crescente P_s $(s \geqq 1)$ per modo, che fosse in valore assoluto $\omega_s(c_s+\eta) \geqq P_s$ $(s \geqq 1)$, mentre $y=\omega_s(x)$ $(s=1,2,3,...)$ è una varietà di linee dell'insieme V_4 e $c_s d_s$ la projezione dell'elemento $y=\omega_s(x)$ sopra l'asse X. L'espressione

$$\tau_s(x)='f_s(d_s-\eta)+\int_{d_s-\eta}^{x} \omega_s(\alpha)\, d\alpha='f_s(x),$$

in cui $'f_s(x)$ è la funzione del complesso dato che corrisponde ad $\omega_s(x)$, rappresenterebbe quindi un gruppo di funzioni positive sempre decrescenti al crescere della variabile x e tali, che la quantità $\tau_s(c_s+\eta_1)$ sia un infinitamente grande insieme ad s, la qual cosa manifestamente non può avvenire.

In modo analogo si dimostra il teorema per gli aggregati V_5 e V_6, mentre esso è evidente per i complessi V_1 e V_2.

Ciò premesso, poichè la varietà delle funzioni $f'(x)$ è finita nel segmento $\overline{a+\eta\ b-\eta}$, altrettanto avrà luogo dell'insieme formato dalle derivate seconde $f''(x)$ nel tratto $\overline{a+\eta+\eta'}\ \overline{b-\eta-\eta'}$, essendo η' una quantità fissa del resto piccola a piacere. Procedendo con lo stesso ragionamento avverto tosto che ognuno dei complessi $f'(x), f''(x), \ldots, f^{(r)}(x)$ è finito nell'intervallo $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$, quando ε sia una quantità positiva determinata di piccolezza arbitraria.

2. Il complesso delle derivate $f'(x)$ essendo finito nel tratto $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$, l'insieme dato sarà egualmente continuo in esso segmento.

Ed invero, la oscillazione dell'elemento qualsivoglia $y=f(x)$ dell'insieme proposto in una parte del segmento relativo $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$ è eguale alla differenza dei valori da esso raggiunti negli estremi di questa parte. Tale oscillazione è minore della quantità $L\tau$, quando L sia il limite superiore dei valori assoluti raggiunti dall'aggregato $f'(x)$ nell'intervallo $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$ e τ la parte di quest'ultimo che si considera, *qualunque sia l'elemento* $y=f(x)$. E poichè il prodotto $L.\tau$ si annulla con τ, l'asserto è dimostrato.

Ponendo mente che il complesso $f^{(s)}(x)$ è finito nel tratto $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$ per ogni valor particolare dell'intero s non eccedente il numero r, ognuno degli aggregati $f'(x), f''(x), \ldots, f^{(r-1)}(x)$ è continuo in egual maniera in esso segmento. La varietà di linee $y=f^{(r)}(x)$ poi sarà egualmente continua o meno.

Un esempio chiarisca l'ultima asserzione. Sia mn $(m<n)$ un segmento di retta e q un punto interno ad esso, mentre d_v è un tratto rettilineo che si annulla sempre decrescendo con $\frac{1}{v}$ e contiene, non però ad un limite, l'elemento q. Indico poi con la notazione $y=\varphi_v(x)$ $(v=1, 2, 3, \ldots)$ un sistema di linee, ognuna delle quali è sempre positiva ed è crescente nel segmento limitato dal punto m e dal primo estremo dell'intervallo d_v come pure in quello che ha i suoi termini nel secondo estremo di d_v ed in n. Nell'intervallo d_v $(v\geq 1)$ la funzione $\varphi_v(x)$ sia ognora crescente, e la differenza delle due ordinate ai suoi termini tenda ad una quantità Q, mentre l'intero v cresce a dismisura. Tolto il tratto d_v, sieno le linee considerate uniformemente continue ed a distanza finita.

Ciò posto, la varietà degli integrali

$$\int_m^x\int_m^\delta\int_m^\gamma\int_m^\beta \varphi_v(\alpha)\,d\alpha^4 \quad (v=1, 2, 3, \ldots)$$

rappresenta un sistema di rami di curva della quarta classe tale, che il complesso delle derivate quarte non è egualmente continuo nel tratto $\overline{m+\varepsilon}\ \overline{n-\varepsilon}$, si potrebbe dire anche nel tratto mn.

Esiste quindi almeno una linea limite K dell'insieme formato dalle derivate $(r-1)^{e}$ del complesso $y=f(x)$, quando si considerino nel segmento $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$.

Rammento che la quantità ε non muta da linea a linea e può assumersi ad arbitrio, purchè minore dell'altra $\frac{N}{2}$, laddove le grandezze a e b ponno variare.

3. Interessa studiare il modo di comportarsi dell'elemento K.

Esso non raggiunge valori positivi e negativi, perchè in caso contrario altrettanto avrebbe luogo di una curva $y = f_t^{(r-1)}(x)$ $(t = 1, 2, 3, ...)$ dell'aggregato delle derivate $(r - 1)^e$ che ad esso fosse infinitamente vicina, la qual cosa non avviene per ipotesi.

Se diciamo $y = h(x)$ la equazione della linea K, non si potrà avere $h(x_1) < h(x_2) > h(x_3)$ $(x_1 < x_2 < x_3)$ oppure $h(x_1) > h(x_2) < h(x_3)$, poichè, nel caso opposto, altrettanto avverrebbe di una curva del gruppo $f^{(r-1)}(x)$ infinitamente vicina all'elemento K.

La linea K è dunque scevra da infiniti massimi e minimi, nè crescente e decrescente.

Di conseguenza la funzione $h(x)$ potrà essere sempre crescente, sempre decrescente, ognora costante, prima costante e poi crescente o decrescente, ed infine prima decrescente e crescente e poi costante. Che l'elemento K possa effettivamente comportarsi *soltanto* in uno dei modi indicati risulta dalle considerazioni seguenti.

È poi quasi superfluo l'aggiungere che una funzione, la quale è scevra da infiniti massimi e minimi oppure non è crescente e decrescente in un tratto pq, può comportarsi anche in modo diverso dei menzionati.

Se la derivata $f^{(r)}(x)$ fosse ognora positiva e crescente e se fosse $f^{(r)}(a+\varepsilon) = C$, mentre il limite inferiore D delle grandezze C non è lo zero, una linea limite K dell'insieme formato dalle derivate $(r-1)^e$ sarebbe sempre crescente.

Infatti, la differenza $h(x_2) - h(x_1)$ $(\overline{a+\varepsilon} \leq x_1 < x_2 \leq \overline{b-\varepsilon})$ non è inferiore alla quantità $D(x_2 - x_1)$, perchè ciò ha luogo di una linea dell'insieme $f^{(r-1)}(x)$ infinitamente vicina all'elemento K in virtù della relazione

$$\overset{(r-1)}{f}(x) = \overset{(r-1)}{f}(a+\varepsilon) + \int_{a+\varepsilon}^{x} \overset{(r)}{f}(\alpha)\, d\alpha \,.$$

Se prendiamo ciascuna linea dell'insieme or ora studiato negativamente, le linee limite del nuovo complesso saranno decrescenti.

Si scorge poi facilmente che la linea $y = h(x)$ può essere costante.

Ed invero, sia $m_s\, n_s$ $(s = 1, 2, 3, ...)$ un segmento variabile di retta a distanza finita, di cui il limite inferiore non è lo zero, ed η_s $(s \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente. Ciò posto, costruisco nell'intervallo $m_s\, n_s$ la funzione sempre crescente $f_s^{(r)}(x)$ per modo, che sia $f_s^{(r)}(m_s) = 0$, $f_s^{(r)}(n_s) = \eta_s$. Di conseguenza la espressione

$$\int_{m_s}^{x} \overset{(r)}{f_s}(\alpha)\, d\alpha + C_s \quad (s \geq 1) \,,$$

ove C_s è una costante positiva non infinitamente vicina allo zero, rappresenta una varietà di funzioni positive ognora crescenti e tale, che ogni sua linea limite ha un valore costante positivo. Le linee limite si ottengono determinando i punti limite della varietà (m_s, C_s) $(s \geq 1)$.

Sia ora $p_s\, q_s$ $(s = 1, 2, 3, ...)$ un insieme di segmenti allineati, il limite inferiore

dei quali è diverso dallo zero e tali, che si abbia $p_{s+1} > p_s$, $q_{s+1} < q_s$ $(s \geq 1)$, mentre η_s è un infinitesimo positivo ognora decrescente. Detto poi r_s un punto dell'intervallo $p_s\, q_s$ scelto in guisa, che sia maggiore di zero il limite inferiore delle quantità $r_s - p_s$, $q_s - r_s$ $(s \geq 1)$, costruisco una funzione $f_s^{(r)}(x)$ $(s \geq 1)$ sempre crescente nel tratto $p_s\, q_s$ per modo, che sia $f_s^{(r)}(p_s) = 0$, $f_s^{(r)}(r_s) = \eta_s$, mentre la differenza $f_s^{(r)}(q_s) - f_s^{(r)}(p_s)$ tende ad un valore assegnato all' annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$. Di più, essendo v_s $(s \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente, l' espressione $f_s^{(r)}(r_s + v_s)$ abbia un limite inferiore diverso dallo zero, e la varietà $f_s^{(r)}(x)$ sia egualmente continua nell' intervallo $\overline{r_s + v_s\, q_s}$.

Ciò posto, una linea limite del complesso

$$f_s^{(r-1)}(x) = \int_{p_s}^{x} f_s^{(r)}(\alpha)\, d\alpha \quad (s \geq 1)$$

ha prima un valore nullo e poscia un valore positivo sempre crescente.

Infatti, se io determino un elemento limite dell' aggregato $y = f_s^{(r)}(x)$, otterrò una linea che ha un valore nullo nel tratto pu è ognora crescente nell' altro uq ed è discontinua in u, essendo p e q i due punti limite delle varietà p_s e q_s $(s \geq 1)$ ed u un punto limite del complesso r_s $(s = 1, 2, 3, \ldots)$.

Giova osservare che l' integrale

$$\int_{r_s}^{r_s + v_s} f_s^{(r)}(\alpha)\, d\alpha$$

si annulla con $\frac{1}{s}$, e che il sistema $f_s^{(r)}(x)$ non è continuo in egual maniera.

Se, giovandomi della funzione $f_s^{(r-1)}(x)$ or ora costruita, considero il complesso $E - f_s^{(r-1)}(x)$, nel quale E rappresenta una quantità che renda la differenza $E - f_s^{(r-1)}(x)$ sempre positiva, qualunque sia l'intero s ed il valore della variabile x $(\geq p_s, \leq q_s)$, otterrò un insieme le cui linee limite sono prima costanti e poi decrescenti nè mutano segno.

Essendo $p_s\, q_s$, r_s e v_s il segmento, il punto e l'infinitesimo dei quali or ora si fece parola, costruisco un aggregato di funzioni continue $y = f_s^{(r)}(x)$ $(s \geq 1)$ a distanza finita, negative e sempre crescenti per modo, che il limite superiore delle grandezze $+\sqrt{(f_s^{(r)}(x))^2}$ nel tratto $p_s\, \overline{r_s - v_s}$ sia maggiore di zero, qualunque sieno x ed s, mentre quello dell'altra $+\sqrt{f_s^{(r)}(r_s)}$ è nullo. Le funzioni $f_s^{(r)}(x)$ sieno poi uniformemente continue nel tratto $p_s\, r_s - v_s$. Nelle fatte ipotesi un elemento limite dell' insieme

$$f_s^{(r-1)}(x) = \int_{p_s}^{x} f_s^{(r)}(\alpha)\, d\alpha \quad (s \geq 1)$$

è negativo e decrescente nel tratto pu e costante nel successivo uq.

Essendo $f_s^{(r)}(x)$ il complesso precedente, la differenza

$$E - \int_{p_s}^{x} f_s^{(r)}(\alpha)\, d\alpha \quad (s = 1, 2, 3, \ldots.)$$

ammette delle linee limite, ciascuna delle quali è positiva, prima crescente e poi costante, quando la quantità E sia positiva.

4. La linea limite K non può comportarsi in modo diverso da quelli indicati, ossia essa non sarà prima costante quindi crescente o decrescente e poi di nuovo costante, oppure crescente o decrescente poi costante indi ancora crescente o decrescente.

Alla dimostrazione di questo asserto farò precedere alcuni teoremi.

Teorema I. Se $\psi_s(x)$ $(s=1, 2, 3, \ldots)$ rappresenta un insieme di funzioni egualmente continue nel segmento mn, ognuna delle quali non assume valori positivi e negativi, ed è sempre crescente, decrescente oppure costante, mentre si ha

$$\lim_{s=\infty}\int_m^x \psi_s(\alpha)\,d\alpha=0$$

per ogni valor particolare della variabile $x\,(>m,\ \leq n)$, sarà:

$$\lim_{s=\infty}\psi_s(x)=0\,,$$

qualunque sia x nel tratto mn.

Infatti, supposto per semplicità che ogni funzione $\psi_s(x)$ non sia negativa e sia sempre crescente, ammetto che non si possa assegnare un valore $s_{\prime\prime}$ ad s per modo, che si abbia

$$\psi_{s_{\prime\prime}+t}(x)\leq\sigma\quad(t\geq 0)\,,$$

qualunque sia x nei limiti indicati, essendo σ una quantità positiva scelta ad arbitrio. In tale ipotesi potrò determinare una successione di valori $s_1, s_2, s_3, \ldots$ in guisa, che il limite superiore di ciascuna delle funzioni $\psi_{s_t}(x)$ $(t\geq 1)$ sia più grande di una quantità opportuna σ_1 (>0). Avremo di conseguenza:

$$\psi_{s_t}(n)>\sigma_1\quad(t=1, 2, 3, \ldots)\,.$$

Ora, io posso assegnare un tratto $\overline{n-\rho\, n}$ in ciascun punto del quale la espressione $\psi_{s_t}(x)$ $(t>1)$ ha un valore non minore a σ_1, perchè la varietà $\psi_t(x)$ $(t\geq 1)$ è continua in egual maniera nel tratto mn. Non sarebbe quindi:

$$\lim_{t=\infty}\int_m^x \psi_{s_t}(\alpha)\,d\alpha=0$$

per ogni valor particolare della variabile $x\,(>m, \leq n)$, ma bensì

$$\int_m^n \psi_{s_t}(\alpha)\,d\alpha>\rho\sigma_1\,,$$

qualunque sia l' intero t.

Il teorema si dimostrerebbe in modo analogo se la varietà $\psi_s(x)$ $(s\geq 1)$ non fosse mai negativa e fosse sempre decrescente, oppure negativa e ognora decrescente, o anche mai positiva e sempre crescente. Se poi ciascuna linea del complesso $\psi_s(x)$ $(s\geq 1)$ fosse costante e positiva, il teorema sarebbe evidente, come pure se ciascuna linea fosse costante e negativa.

Stando dunque le ipotesi del teorema potremo decomporre la varietà $\psi_s(x)$ $(s>1)$ in sei altre, a ciascuna delle quali sia applicabile la nostra dimostrazione.

La proposizione che precede regge anche se si ommette la condizione che ogni funzione dell'insieme considerato non muti segno nel tratto mn e se si tralascia l'altra di essere sempre crescente, costante o decrescente.

La dimostrazione è però in questo caso diversa dalla precedente.

Ammetto per un momento come non vero il teorema, oppure, ciò che torna lo stesso, che si possa assegnare un complesso di funzioni $\psi_{s_t}(x)$ in guisa, che sia

$$+\sqrt{\overline{\left(\psi_{s_t}(x_t)\right)^2}} > \sigma ,$$

qualunque sia l'intero t, essendo il primo membro della diseguaglianza il limite superiore dei valori assoluti della funzione $\psi_{s_t}(x)$ nel tratto mn e σ una quantità positiva scelta in modo conveniente.

Il gruppo di punti $x_1, x_2, x_3, \ldots$ ammette almeno un punto limite x', e si potrà scegliere dall'insieme $x_u (u>0)$ l'altro x_{u_v} $(v \geq 1)$ per modo, che sia $\lim_{v=\infty} x_{u_v} = x'$. Ma, le funzioni $\psi_{s_{u_v}}(x)$ $(v>0)$ essendo egualmente continue nell'intervallo mn, potrò determinare un tratto q di cui un estremo è il punto x', nel quale la funzione $\psi_{s_{u_v}}(x)$ non assume a partire da valore opportuno v_1 di v un valore più piccolo che σ, fatta astrazione dal segno.

Adunque, in ciascun punto particolare dell'intervallo g appartenente al segmento mn e che precede il tratto q, sarà per ipotesi

$$\lim_{t=\infty} \int_m^x \psi_{s_t}(\alpha)\, d\alpha = 0 ,$$

quando l'intervallo g esista, mentre la stessa cosa non può verificarsi in ogni elemento interno a q, contro il supposto.

Il punto x' sarebbe di necessità il limite destro del tratto q se esso cadesse in n, il sinistro, se in m, ed in quest'ultimo caso mancherebbe l'intervallo g, potrebbe poi essere tanto l'uno che l'altro, se fosse nel segmento $\overline{m+0}\ \overline{n-0}$.

Teorema II. Se $\psi_s(x) (s \geq 1)$ rappresenta un'insieme di funzioni continue nel tratto $\overline{m+0}\ \overline{n-0}$, ognuna delle quali è sempre crescente, decrescente oppure costante, nè muta segno, mentre $\lim_{s=\infty} \int_m^x \psi_s(\alpha) d\alpha = 0$ per ogni valor particolare della $x (>m_1 \leq n)$, sarà: $\lim_{s=\infty} \psi_s(x) = 0$, quale si sia x, $(\geq \overline{m+\varepsilon}, \leq n$; oppure $\geq m, \leq \overline{n-\varepsilon})$.

Ed invero, posto ancora per semplicità che ogni funzione $\psi_s(x)$ non sia negativa e sia sempre crescente, sarà

$$\lim_{s=\infty} \psi_s(n-\varepsilon) = 0 ,$$

o meno. Nell'ultima ipotesi io potrò assegnare una successione di valori per s, cioè $s_1, s_2, s_3, \ldots$ per modo, che il limite superiore di ciascuna delle funzioni $\psi_{s_t}(x)$

($t \geq 1$) nel tratto $m\,\overline{n-\varepsilon}$ sia maggiore della quantità positiva σ_1 scelta convenientemente. Avremo dunque: $\psi_{s_t}(n-\varepsilon) > \sigma_1$.

Di conseguenza, in ciascun punto del tratto $\overline{n-\varepsilon}\;\overline{n-0}$ si avrà $\psi_{s_t}(x) > \sigma_1$, e quindi nell' interno del medesimo non sarà:

$$\lim_{s=\infty} \int_m^x \psi_s(\alpha)\,d\alpha = 0\,,$$

la qual cosa contrasta con l' ipotesi.

Dalla dimostrazione precedente risulta che la varietà di funzioni $y=\psi_s(x)$ ($s \geq 1$) è egualmente continua nel segmento $m\,\overline{n-\varepsilon}$, la grandezza ε essendo di quella piccolezza che si vuole, nel caso che ogni espressione $\psi_s(x)$ sia positiva e crescente in mn.

Giova osservare che ad uno degli estremi del tratto mn ogni funzione $\psi_s(x)$ potrebbe crescere oltre ogni misura.

Un esempio chiarisca questa asserzione. Essendo mn un segmento dell' asse X, ed η_s ($s \geq 1$) un infinitesimo positivo sempre decrescente, indico con $f_s(x)$ ($s \geq 1$) una funzione nulla in m positiva continua e sempre crescente nel tratto $m\,\overline{n-0}$ e tale, che sia

$$f_s(x) = \frac{x-n+\eta_s}{(n-x)^{\frac{1}{2}}} + \eta_s \quad (x \geq \overline{n-\eta_s}\,, < n)\,.$$

Il teorema II regge anche se si toglie la condizione che la $\psi_s(x)$ sia dello stesso segno nel tratto mn, quando si sostituisca all' intervallo $m\,\overline{n-\varepsilon}$ l' altro $\overline{m+\varepsilon}\;\overline{n-\varepsilon}$. Ed in questo caso la linea $\psi_s(x)$ potrà andare all' infinito tanto a destra di m che a sinistra di n.

5. Giovandosi del teorema II non riesce difficile il dimostrare come l' elemento limite K non possa essere costante poi crescente ed indi di nuovo costante. Infatti, nel caso opposto una linea $f_s^{(r-1)}(x)$ ($s > 1$) infinitamente vicina ad esso sarebbe prima quasi costante poi crescente ed in appresso di nuovo quasi costante. Ora, noi possiamo determinare un segmento pq, nel quale si projetta una parte dell' elemento K ed una di ogni linea $f_s^{(r-1)}(x)$ ($s \geq 1$), per modo, che ciascuna linea K ed $f_s^{(r-1)}(x)$ sia in esso ordinatamente costante poi crescente indi di nuovo costante e quasi tale.

Ciò posto, il complesso $f_s^{(r)}(x)$ è positivo nel tratto pq, perchè in quest' ultimo l' altro $f_s^{(r-1)}$ è crescente. Noi potremo di conseguenza determinare un intervallo $\overline{p+\varepsilon}\;v$ ($\varepsilon > 0$, $v < q$) in cui si ha

$$\lim_{s=\infty} \int_{p+\varepsilon}^x f_s^{(r)}(\alpha)\,d\alpha = 0, \quad \overline{p+\varepsilon} \leq x \leq v\,,$$

per ogni valor particolare dell' ascissa x nei limiti indicati, ed un altro $u\,\overline{q-\varepsilon}$ ($u > v$) nel quale è soddisfatta la stessa condizione. Adunque, in virtù del teorema II sarebbe:

$$\lim_{s=\infty} f_s^{(r)}(x) = 0\,,$$

qualunque sia il punto x in ciascuno dei due segmenti $\overline{p+\varepsilon+\varepsilon_1}\;\overline{v-\varepsilon_1}$, $\overline{u+\varepsilon_1}\;\overline{q-\varepsilon-\varepsilon_1}$ ($\varepsilon_1 > 0$). La stessa cosa avrà quindi luogo nell' intervallo $\overline{p+\varepsilon+\varepsilon_1}\;\overline{q-\varepsilon-\varepsilon_1}$, perchè ogni funzione dell' aggregato $f_s^{(r)}(x)$ è sempre crescente o decrescente oppure costante.

Con metodo analogo si dimostra che l' elemento K non sarà prima costante poi decrescente indi di nuovo costante.

La linea K non sarà nemmeno prima crescente poi costante indi ancora crescente.

Ed invero, ammesso che l' asserzione non sia vera, si potrebbe determinare un intervallo pq dell' asse X nel quale la linea K sarebbe costante, mentre sarebbe crescente in un tratto che precede pq ed in uno che lo succede. L' elemento $f_s^{(r-1)}(x)$ infinitamente vicino a K si comporterebbe presso a poco in egual maniera. Ora, la linea $f_s^{(r)}(x)$ $(s \geq 1)$ non è mai negativa, perchè l'altra $f_s^{(r-1)}(x)$ è ognora crescente, mentre per ogni valor particolare della variabile x [1]

$$\lim_{s=\infty} \int_p^x f_s^{(r)}(\alpha)\, d\alpha = 0 \quad p < x \leq q\,.$$

Avremo quindi nel tratto $\overline{p+\varepsilon}\ \overline{q-\varepsilon}$:

$$\lim_{s=\infty} f_s^{(r)}(x) = 0\,,$$

qualunque sia x, essendo ε una quantità positiva che è di quella piccolezza che si vuole.

Ne consegue che, se la funzione $f_s^{(r)}(x)$ è crescente per ciascun valore dell'intero s, essa sarà quasi costante anche in ciascun punto che precede il punto p da valore opportuno di s, e l' elemento K non potrà essere crescente in uno tratto alla sinistra di p. Se poi la funzione $f_s^{(r)}(x)$ fosse decrescente per ogni valore dell'intero s, l' elemento K non potrebbe essere decrescente alla destra di q.

Se si potesse scegliere dall' aggregato $f_s^{(r)}(x)$ un altro $f_{s_t}^{(r)}(x)$ $(t \geq 1)$ sempre crescente ed un secondo $f_{u_v}^{(r)}(x)$ $(v = 1, 2, 3, \ldots)$ sempre decrescente, si potrebbe asserire che la linea K è ognora costante, in caso diverso la stessa cosa avrebbe luogo o meno.

In modo analogo si dimostra come la linea K non possa essere prima decrescente poi costante ed indi di nuovo decrescente.

V. *Ancora sullo stesso argomento.*

1. Dico M ed N il limite superiore ed inferiore rispettivamente delle quantità P e Q, queste ultime essendo il limite superiore ed inferiore di una qualsivoglia delle derivate $f^{(r)}(x)$ del complesso dato nell' intervallo $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$ ad essa relativo. Detta poi pq la projezione della linea limite K di equazione $y=h(x)$, considero il modo di comportarsi del quoto

$$v_{x_1}(\eta) = \frac{h(x_1+\eta) - h(x_1)}{\eta} \quad (p < x_1 < q)$$

al decrescere indefinito della quantità η pel valore particolare x_1 compreso nei limiti indicati.

[1] Si potrebbe anche dire qualunque sia x.

Questo quoziente non eccede le grandezze M ed N all' annullarsi della quantità η ossia, ciò che torna lo stesso, detti C e D i limiti tra i quali oscilla la grandezza $v_{x_1}(\eta)$, mentre η è un infinitesimo, non avremo $M < C$, $N > D$.

Ed invero, se l'asserzione fatta non fosse vera, potrei determinare una varietà di grandezze $\eta_1, \eta_2, \ldots$ in guisa, che il quoto precedente tenda ad un valore assegnabile esterno ai limiti M ed N, oppure vada all' infinito sempre crescendo. Si potrà soddisfare alla prima condizione quando la quantità $v_{x_1}(\eta)$ è finita per $\eta = +0$, oppure va all' infinito per modo, che manchino amendue i valori limiti nel tratto $\overline{x_1+\varepsilon}\ \overline{x_1+0}$ o nell' altro $\overline{x_1-\varepsilon}\ \overline{x_1-0}$, e anche quando uno di essi sia finito e resti tale all' annullarsi di ε.

Ciò premesso, nel calcolo della espressione $v_{x_1}(\eta)$ si può sostituire alla linea K un' altra $f_t^{(r-1)}(x)$ ad essa infinitamente vicina in guisa, che la differenza

$$\frac{h(x_1+\eta_s)-h(x_1)}{\eta_s} - \frac{\overset{(r-1)}{f_{t(s)}}(x_1+\eta_s)-\overset{(r-1)}{f_{t(s)}}(x_1)}{\eta_s}$$

sia infinitesima con $\frac{1}{s}$. Ponendo poi mente che

$$\frac{\overset{(r-1)}{f_t}(x_1+\eta)-\overset{(r-1)}{f_t}(x_1)}{\eta} = \frac{1}{\eta}\int_{x_1}^{x_1+\eta} \overset{(r)}{f_t}(\alpha)\,d\alpha = \overset{(r)}{f_t}(x_1+\theta\eta)\,,$$

$$0 < \theta < 1\,,$$

mentre la quantità $f_t^{(r)}(x_1+\eta\theta)$ non eccede i limiti M ed N, qualunque sia l'intero t, si avverte tosto che la espressione

$$\frac{h(x_1+\eta_s)-h(x_1)}{\eta_s}$$

è compresa tra le grandezze M ed N all' annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$.

Se entro un tratto cd racchiudente il punto x_1 $(p \leq c < d \leq q)$ nel suo interno una linea $f_s^{(r-1)}(x)\,(s \geq 1)$ infinitamente vicina all'elemento K fosse dotata di una derivata $f_s^{(r)}(x)$ $(s \geq 1)$ egualmente continua, la linea K avrebbe una derivata in un intervallo interno a quello che si considera.

Ed invero, se i punti $\overline{x_1-\eta}\ \overline{x_1+\eta}$ sono gli estremi di un segmento interno al tratto cd, potrò fare

$$\overset{(r-1)}{f_s}(x) = \overset{(r)}{f_s}(x_1-\eta) + \int_{x_1-\eta}^{x} \overset{(r)}{f_s}(\alpha)\,d\alpha\,,$$

$$\overline{x_1-\eta} \leq x \leq \overline{x_1+\eta}\,.$$

D'altra parte, la linea $f_s^{(r)}(x)$ è dotata di un solo elemento limite in un intervallo appartenente all' altro $\overline{c+0}\ \overline{d-0}$. Poichè, se il numero degli elementi limite fosse superiore ad uno, potrei assegnarne *almeno* due. Sia $h_v(x)$ $(v = 1, 2, 3, \ldots)$ una linea infinitamente vicina al primo e $k_v(x)$ un' altra infinitamente vicina al secondo, mentre $\overset{(r-1)}{f_{t_v}}(x)$, $\overset{(r-1)}{f_{t'_v}}(x)$ sono le linee corrispondenti della derivata precedente. Ciò posto,

abbiamo

$$\overset{(r-1)}{f_{t_v}}(x) - \overset{(r-1)}{f_{t'_v}}(x) = \overset{(r-1)}{f_{t_v}}(x_1-\eta) - \overset{(r-1)}{f_{t'_v}}(x_1-\eta) + \int_{x_1-\eta}^{x} \left(h_v(\alpha) - k_v(\alpha)\right) d\alpha$$

$$\overline{x_1 - \eta} \leq x \leq \overline{x_1 + \eta},$$

e poichè

$$\lim_{v=\infty} \left(\overset{(r-1)}{f_{t_v}}(x) - \overset{(r-1)}{f_{t'_v}}(x)\right) = 0, \quad \overline{x_1 - \eta} \leq x \leq \overline{x_1 + \eta},$$

sarà:

$$\lim_{v=\infty} \int_{x_1-\eta}^{x} \left(h_v(\alpha) - k_v(\alpha)\right) d\alpha = 0,$$

qualunque sia la variabile x nei limiti indicati. Ma, il complesso $\left(h_v(\alpha) - k_v(\alpha)\right)$ $(v \geq 1)$ è egualmente continuo nel tratto cd, laonde avremo:

$$\lim_{v=\infty} \left(h_v(\alpha) - k_v(\alpha)\right) = 0, \quad \overline{x_1 - \eta} \leq \alpha \leq \overline{x_1 + \eta},$$

qualunque sia α.

Di conseguenza:

$$h(x) = \overset{(r-1)}{f}(x_1 - \eta) + \lim_{v=\infty} \int_{x_1-\eta}^{x} h_v(\alpha) d\alpha = \overset{(r-1)}{f}(x_1 - \eta) + \lim_{v=\infty} \int_{x_1-\eta}^{x} k_v(\alpha) d\alpha, \quad \overline{x_1 - \eta} \leq x \leq \overline{x_1 + \eta},$$

quale si sia x.

2. Detta ancora $f_s^{(r-1)}(x)$ una linea infinitamente vicina all' altra K di cui la projezione sia $\overline{a_s + \varepsilon}\ \overline{b_s - \varepsilon}$, è manifesto che l' insieme

$$\overset{(r-2)}{f_s}(x) = \overset{(r-2)}{f_s}(a_s + \varepsilon) + \int_{a_s+\varepsilon}^{x} \overset{(r-1)}{f_s}(\alpha) d\alpha, \quad \overline{a + \varepsilon} \leq x \leq \overline{b_s - \varepsilon}$$

ammetterà almeno una linea limite V nell' intervallo projezione dell' elemento K, di cui la derivata prima è la funzione $h(x)$ corrispondente a K, e ne ammetterà una soltanto, quando la quantità $f_s^{(r-2)}(a_s + \varepsilon)$ converga ad un valore all' annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$.

È chiaro che la linea V è sempre crescente quando l' elemento K è ognora positivo, decrescente poi se negativo. Se la funzione $h(x)$ fosse per un tratto prima nulla e quindi positiva o negativa, l' elemento V sarebbe prima costante e poi crescente o decrescente. La linea V sarebbe invece prima crescente o decrescente e poi costante, ove l' elemento K fosse prima positivo o negativo e poi nullo. È altresì manifesto che la V non può assumere valori positivi e negativi, perchè una linea che le è infinitamente vicina non è al di sopra ed al di sotto dell'asse X, non avendo luogo questo fatto per veruna linea del complesso $f_s^{(r-2)}(x)$.

Procedendo col metodo indicato si avverte tosto che l' insieme $y = f(x)$ ammette almeno una curva limite della classe $(r-1)^a$, di cui la derivata prima è un elemento limite dell' insieme $f'(x)$, la seconda uno dell' aggregato $f''(x)$, e così via. Una linea

limite della varietà data ha la stessa projezione dell'elemento corrispondente K e può comportarsi soltanto nei varî modi in cui vedemmo potersi comportare quest' ultimo, come assai di leggieri si dimostra.

3. È degno di nota che, se puo assegnarsi una linea limite del complesso dato $y=f_s(x)$ $(s \geq 1)$ infinitamente vicina all' elemento limite T in guisa, che la derivata $f_s^{(r)}(x)$ $(s=1, 2, 3, \ldots)$ sia in valore assoluto minore di una quantità assegnabile U nel tratto corrispondente $\overline{a_s\, b_s}$, qualunque sieno x ed s, si potrà sostituire all' intervallo $\overline{a_s+\varepsilon}\ \overline{b_s-\varepsilon}$ il segmento $a_s\, b_s$ nella ricerca della linea T, essendo $a_s\, b_s$ la projezione della funzione $f_s^{(r)}(x)$ sopra l' asse X. Tal cosa può farsi, perchè nel caso indicato la varietà $f_s^{(r-1}(x)$ $(s \geq 1)$ relativa al gruppo $f_s^{(r)}(x)$ $(s \geq 1)$ è continua in egual modo e finita.

Nell' ultima ipotesi però non ogni linea del complesso dato infinitamente vicina all' elemento T avrà di necessità la derivata r^{a} finita ed inferiore ad U, fatta astrazione dal segno.

L' esempio seguente valga a chiarire questa asserzione. Essendo il segmento ab fisso ed η_s $(s \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente, costruisco una funzione $f_s^{(4)}(x)$ $(s \geq 1)$ positiva ognora crescente per modo, che sia $f_s^{(4)}(a)=0$, $f_s^{(4)}(b)=\eta_s$ per ogni valore dell' intero s. Ciò posto, il complesso

$$f_s(x)=\int_a^x \int_a^\alpha \int_a^\beta \int_a^\gamma f_s^{(4)}(\delta)\, d\delta^4 \quad (s \geq 1)$$

$$(a \leq x \leq b)$$

è formato da curve del quarto ordine ed ammette una sola curva limite che è il tratto ab.

Consideriamo ora l' insieme di linee $'f_s^{(4)}(x)$ sempre crescenti nello stesso segmento ab e tali, che sia

$$'f_s^{(4)}(a)=0\,,\ \ 'f_s^{(4)}(b-\eta_s)=\eta_s;\ \ 'f_s^{(4)}(x)=\frac{x-b+\eta_s}{(b-x)^{\frac{1}{2}}}+\eta_s\ (\overline{b-\eta_s} \leq x < b)\,.$$

L'aggregato

$$'f_s(x)=\int_a^x \int_a^\alpha \int_a^\beta \int_a^\gamma {'f_s^{(4)}}(\delta)\, d\delta^4 \quad (s \geq 1)$$

$$(a \leq x \leq b)$$

è anche del quarto ordine e col precedente $f_s(x)$ forma una varietà dello stesso ordine $\varphi_t(x)$ $(t>1)$ che ammette per linea limite soltanto l'intervallo ab. Ogni linea $\varphi_{t_s}(x)$ $(s \geq 1)$ dell' insieme $\varphi_t(x)$ $(t \geq 1)$ infinitamente vicina al segmento ab non ha la proprietà che si possa determinare una quantità U (>0) per modo, che, tolto il segno, si abbia

$$\varphi_{t_s}(x) \leq \mathrm{U}\,,$$

qualunque sieno x ed s.

Se non si può costruire una linea del sistema dato infinitamente vicina all'altra T e tale, che la corrispondente varietà $f^{(r)}(x)$ sia finita, potrà avvenire che non si possa sostituire l' intervallo ab al segmento $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$. Ecco un esempio:

Sia il segmento ab fisso $a=0$, $b=1$ ed $f_s^{(2)}(x)$ una funzione continua sempre crescente nel tratto $0\,\overline{1-\eta_s}$, la quale raggiunge nel punto $x\,(\geq \overline{1-\eta_s},\ \leq 1)$ il valore

$$1+\eta_s+\left(\frac{\pi}{2\eta_s}\right)^2 \operatorname{sen}\left((x-1+\eta_s)\frac{\pi}{2\eta_s}\right),$$

mentre $f_s^{(2)}(0)=1$, qualunque sia l' intero s. Ciò posto, la funzione

$$f_s(x)=\int_0^x\int_0^\alpha f_s^{(2)}(\beta)\,d\beta^2$$

è sempre crescente nel tratto 01, nè mai negativa, e rappresenta un ramo elementare di curva della seconda classe per ogni valore dell' intero s, che può porsi nell' intervallo $\overline{1-\eta_s}\,1$ sotto la forma

$$\frac{1}{2}x^2+\int_0^x\int_0^\alpha \rho_s(\beta)\,d\beta^2+(x-1+\eta_s)\frac{\pi}{2\eta_s}+\operatorname{sen}\left((1-\eta_s-x)\frac{\pi}{2\eta_s}\right),$$

essendo $\rho_s(\beta)$ una funzione nulla all' origine e sempre crescente nel segmento $0\,\overline{1-\eta_s}$, la quale raggiunge nel punto $\overline{1-\eta_s}$ il valore η_s che poi conserva nell' intervallo $\overline{1-\eta_s}\,1$. Nel tratto $0\,\overline{1-\eta_s}$ poi la funzione $f_s(x)$ si può porre nella forma

$$\frac{1}{2}x^2+\int_0^x\int_0^\alpha \rho_s(\beta)\,d\beta^2.$$

Ora, la espressione

$$\frac{1}{2}x^2+\int_0^x\int_0^\alpha \rho_s(\beta)\,d\beta^2$$

converge nel segmento 0 1 all' annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$ ad $\frac{1}{2}x^2$, laddove l'altra

$$(x-1+\eta_s)\frac{\pi}{2\eta_s}+\operatorname{sen}\left((1-\eta_s-x)\frac{\pi}{2\eta_s}\right)$$

non tende a zero nel tratto $\overline{1-\eta_s}\,1$, ma varia sempre crescendo da 0 a $\frac{\pi}{2}-1$.

Nella ricerca delle linee limite dell' ultimo complesso $f_s(x)$ si può sostituire al tratto $\varepsilon\,\overline{1-\varepsilon}$ l'altro $0\,\overline{1-\varepsilon}$, non già il segmento 0 1. Nell' intervallo $\overline{1-\eta_s}\,1$ la funzione $f_s^{(2)}(x)$ cresce oltre ogni confine insieme all' intero s.

Si avverte quindi facilmente che le condizioni imposte a principio del cap. IV al complesso ivi considerato non sono sufficienti per poter conchiudere che esiste una curva limite corrispondente all' intervallo ab. Aggiungeremo di conseguenza ad esse l' altra che l' insieme dato sia egualmente continuo in un tratticello arbitrario aderente all' estremo a ed in un altro che ha un termine in b.

In tale ipotesi si potrà manifestamente tener parola almeno di una linea limite T relativa al tratto ab del complesso proposto,

la quale è della classe $(r-1)^a$, quando il sistema considerato sia della classe r^a.

Ed invero, la varietà data essendo continua in egual maniera rispetto al tratto ab, si potrà determinare almeno un elemento limite T relativamente ad esso intervallo in guisa, che sia $\lim_{s=\infty} f_s(x) = T$. Se considero ora l'aggregato $f_s^{(r)}(x)$ rispetto al segmento $\overline{a+\varepsilon\ b-\varepsilon}$, avvertirò tosto che dà origine ad una curva della classe $(r-1)^a$ che corrisponde ad una parte di T, la quale si projetta nell'intervallo $\overline{\alpha+\varepsilon\ \beta-\varepsilon}$, essendo α e β la projezione dell' elemento T. Ponendo poi mente che la quantità ε è di quella piccolezza che si vuole, e rammentando le ricerche del par. 1 del cap. V, si scorge subito la verità dell' asserto.

Le varie derivate $\varphi^{(t)}(x)$ $(t=1, 2, \ldots, r-1)$ si comportano in uno dei modi indicati al par. 3 del cap. IV, rispetto al tratto $\overline{\alpha+\varepsilon\ \beta-\varepsilon}$, quando $y=\varphi(x)$ sia l'equazione della curva T, ed altrettanto si dica di quest' ultima relativamente all' intervallo $\alpha\beta$.

È chiaro che il numero delle linee limite del complesso dato è assegnabile o meno, e che nell' ultima ipotesi il limite inferiore delle loro projezioni sopra l'asse X non è minore di quello corrispondente alla varietà contemplata ed il superiore non è più grande di quello relativo all' insieme proposto.

VI. *Generalizzazione dei risultati conseguiti nei due numeri precedenti.*

1. Nelle ricerche precedenti si è supposto che ogni curva dell' insieme $y=f(x)$ fosse deposta un numero limitato di volte nell' area A sita a distanza finita. Questa restrizione è però inutile. Infatti, se una o più delle linee date fossero deposte un numero illimitato di volte nel piano, si determinerebbero le linee limite col metodo già indicato, e tra queste ultime comparirebbe anche ciascuna linea della varietà data P, la quale fosse adagiata tante volte quanto si vuole sopra l' area A.

Poniamo ora che il limite inferiore delle projezioni delle linee dell' insieme dato P, non sia maggiore di zero, mentre ogni linea è deposta un numero limitato od illimitato di volte sopra la superficie A. In tale ipotesi assegnata una quantità arbitraria η, scinderemo l' insieme P in due, l' uno P_1 contenga quelle linee, ciascuna delle quali non ha una projezione minore di η, il secondo P_2 le altre. L' aggregato P_1 poi ammetta la grandezza N qual limite inferiore delle projezioni delle linee che lo compongono. Se io so quindi che la varietà P è uniformemente continua in un tratticello aderente ad a ed in un altro che ha un estremo in b, potrò asserire che il complesso P_1 ammette delle linee limite rispetto all' intervallo ab poste in A ed egualmente continue, mentre le derivate prime, seconde,.., $(r-1)^e$ corrispondenti hanno l' ultima proprietà nel tratto relativo al segmento $\overline{a+\varepsilon\ b-\varepsilon}$.

Occupiamoci ora della varietà P_2. Circa a questa giova osservare che l' ammetterla continua in egual maniera nelle estreme vicinanze dei punti a e b torna lo stesso che asserire che le linee del sistema P, di cui la projezione sopra la retta

di riferimento non è maggiore di una quantità assegnabile, sia pure piccolissima ma *fissa*, sono egualmente continue.

È poi manifesto che, se il limite inferiore delle projezioni dell' aggregato P è eguale a zero, il gruppo limite P' si riduce ad una varietà di linee più un insieme di punti. La prima potrebbe mancare, non però il secondo, poichè, detto $\eta_s\,(s \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente, si potrà torre dall' insieme dato un altro ${}^{(s)}f(x)\ (s \geq 1)$ per modo, che la projezione della linea ${}^{(s)}f(x)$ sia minore di η_s. Il complesso ${}^{(s)}f(x)\ (s \geq 1)$ ammette soltanto dei punti per elementi limite.

Se poi si fa astrazione dei punti limite, si potrà dire che, quando il limite inferiore delle projezioni è nullo, il gruppo P' è formato soltanto da curve della classe $(r-1)^a$, il cui numero, *e solo in questo caso*, può essere eguale a zero.

Un elemento limite si compone, come fu già osservato, di un ramo elementare della classe $(r-1)^a$ oppure di una coppia di rami elementari aventi un estremo comune e formanti un ramo di curva della classe indicata, se pure non si riduce ad un punto.

Chiamerò d'ora in avanti con P' la derivata dell'insieme P, quando ciascun elemento limite sia decomposto nelle due parti elementari, nei quali per avventura si scinde. Ciò posto, è chiaro che la quantità N relativa al complesso P' potrà esser nulla, mentre non è tale per l' insieme dato P.

Ecco un esempio dell' ultima asserzione. Sia ab un segmento fisso dell'asse X e $c_s\,(s \geq 1)$ un punto variabile del tratto ab tale, che si abbia $\lim_{s=\infty} c_s = a$, mentre $\eta_t\,(t \geq 1)$ è un infinitesimo positivo sempre decrescente. Ciò posto, costruisco una funzione continua

$$y = {}^{(t)}\varphi_s(x) \quad (t = 1, 2, 3, \ldots ; \ s = 1, 2, 3, \ldots),$$

la quale sia nulla in a, eguale ad η_t nel punto c_s per ogni valor dell' intero s, e sempre crescente nel tratto ac_s. Nel segmento successivo $c_s b$ la espressione ${}^{(t)}\varphi_s(x)$ sia pure sempre crescente e finita, qualunque sieno gli interi s e t, mentre il limite inferiore della quantità ${}^{(t)}\varphi_s(c_s + \nu_s)$ è maggiore di zero, quale si sia l'intero t, quando ν_s sia un infinitesimo sempre decrescente con $\frac{1}{s}$. Ne consegue che la funzione

$$ {}^{(t)}f_s(x) = \int_a^x \int_a^\alpha \int_a^\beta {}^{(t)}\varphi_s(\gamma)\, d\gamma^3 \quad (t \geq 1, \ s \geq 1)$$

rappresenta un complesso di linee della terza classe, di cui ciascun elemento limite si compone per ogni valor particolare dell' intero s dell' intervallo ac_s e di un ramo elementare della seconda classe sempre crescente, il quale si projetta lungo l'intervallo $c_s b$. Ora, il punto c_s convergendo all'altro a all'annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$, il limite inferiore delle projezioni delle linee della derivata P' è eguale a zero.

L' insieme P' è egualmente continuo, mentre l' aggregato delle sue derivate prime, seconde,..., $(r-1)^e$ è continuo in egual modo nel segmento $\overline{c+\varepsilon\ \ d-\varepsilon}$, essendo cd la projezione generica di un ramo elementare del complesso P', ed ε una grandezza piccola quanto si vuole.

Con l'aggregato P' si può procedere come col dato e si ottiene un'altra varietà di linee P'', la quale è pure in egual maniera continua relativamente al tratto ef ed è della classe $(r-1)^{a}$, quando ef indichi la projezione di una sua linea elementare qualsivoglia. È poi manifesto ciò che debba intendersi per derivata s^{a} dell' insieme dato. Se quest' ultima si compone di un numero assegnabile e non nullo di elementi, la varietà proposta si dirà dell' ordine s. Quando poi il numero delle derivate non avesse un confine, il complesso dato si direbbe di ordine non assegnabile.

2. Ogni linea T_1 della derivata h^{a} $(h \geq 2)$ appartiene ad ogni derivata di ordine inferiore, ma non di necessità al gruppo dato, che può anche dirsi la derivata dell' ordine zero.

Infatti, io posso assegnare una linea L_s $(s \geq 1)$ infinitamente vicina al ramo T_1, la quale appartiene alla derivata $(h-1)^{a}$, chè, in caso opposto, l'elemento T_1 non apparterrebbe all'aggregato $P^{(h)}$, contro l' ipotesi. La linea L_s varia sempre con s, perchè un elemento di una derivata di ordine superiore allo zero è semplicemente adagiato sopra il piano. Ora, poichè il numero h è maggiore di uno, quindi almeno eguale a due, io potrò assegnare una linea infinitamente vicina all' altra L_s per ogni valor particolare dell' intero s ed appartenente alla derivata $(h-2)^{a}$. Perciò anche una linea di quest' ultimo complesso infinitamente vicina all' elemento T_1, che di conseguenza fa parte dall' insieme $P^{(h-1)}$.

Adunque se una linea T_1 appartiene all' aggregato $P^{(h)}$ $(h>1)$, essa fa parte anche della derivata precedente. Ma, ora essa è un elemento del complesso $P^{(h-1)}$, quindi, se il numero $h-1$ è maggiore di uno, lo sarà anche dell'insieme $P^{(h-2)}$, e così via.

È chiaro che, se il limite inferiore delle projezioni dell'aggregato P' è maggiore di zero, la stessa cosa non può dirsi di un' altra derivata $P^{(s)}$ $(s>1)$.

Nel cercare i varî complessi P', P'', ... corrispondenti ad un complesso dato P giova non tener calcolo dei gruppi di punti limite, cioè trascurarli non appena si sono ottenuti.

VII. *L' argomento non muta.*

1. Alle ricerche precedenti è bene l'aggiungere le osservazioni che seguono.

Data una varietà di rami semplici della classe r^{a} a distanza finita rispetto alla quale il limite inferiore delle projezioni è eguale a zero, le funzioni $f'(x), f''(x), \ldots f^{(r-1)}(x)$ sono egualmente continue nel tratto $\overline{a+\varepsilon}\ \overline{b-\varepsilon}$, e si può assegnare una quantità in guisa, che nessuna di esse funzioni le sia superiore nell' intervallo indicato, fatta astrazione dal segno. Questo asserto non ha significato per l' insieme delle funzioni ciascuna delle quali ha una projezione eguale o minore a 2ε.

È notevole che ciascuna derivata può andare all' infinito col limite inferiore e superiore dei suoi valori al decrescere indefinito della projezione della linea corrispondente. Ecco un esempio.

La funzione

$$l(x) = \frac{x^5}{\eta_s^{\frac{3}{2}}} + \vartheta(x) \quad (s \geq 1)$$

rappresenta un complesso di linee della quinta classe nell'intervallo $\varepsilon_s \eta_s$ ($\varepsilon_s > 0$, $\eta_s > \varepsilon_s$), quando η_s ($s \geq 1$) indichi un infinitesimo positivo sempre decrescente, ed il rapporto $\frac{\varepsilon_s}{\eta_s}$ ($s \geq 1$) non sia mai minore di una grandezza assegnabile positiva minore di uno, mentre $\theta_s(x)$ è una funzione continua e finita insieme alle derivate $\theta'_s(x)$, $\theta''_s(x)$, $\theta'''_s(x)$, $\overset{(iv)}{\theta}(x)$, $\overset{(v)}{\theta}(x)$ nel tratto $0\,\eta_s$, *qualuque sia l'intero* s, la quale rappresenti un ramo elementare di quarta classe. L' insieme $l(x)$ è continuo in egual modo ed è a distanza finita. La varietà delle derivate $l'(x)$, $l''(x)$, ..., $l^{(v)}(x)$ va del tutto all'infinito con s.

2. Sia dato ora un complesso di rami elementari P della classe r^a rispetto all'asse X sito a distanza finita, di cui il limite inferiore delle projezioni è eguale a zero. Di più, il numero degli elementi che hanno una projezione maggiore di η_s sia assegnabile per ogni valor particolare dell' intero s, essendo η_s il solito infinitesimo. Ammetto anche che non si possa torre dal complesso P un altro, manifestamente composto di un numero illimitato di linee, il quale sia continuo uniformemente.

È manifesto che nessuna linea del complesso P è deposta un numero non assegnabile di volte sopra il piano, perchè si può determinare il numero degli elementi del gruppo dato ciascuno dei quali ha una projezione maggiore di η_s per ogni valor particolare del numero s.

Tolta dall' insieme P la varietà $f_t(x)$ ($t \geq 1$), è chiaro che si può determinare un intero $t(s)$ per modo, che la projezione della linea $f_{t(s)+u}(x)$ ($u \geq 0$) non sia maggiore di η_s. Con $t(s)$ indico il minimo intero che soddisfa alla condizione indicata.

Applicando il metodo per la ricerca delle linee limite al nostro caso, determinerò prima un punto limite (B_1, C_1) degli estremi sinistri dei rami dati, e quindi un altro che abbia la stessa proprietà rispetto agli estremi destri degli elementi che danno origine al punto (B_1, C_1). Il nuovo punto avrà per ascissa B_1 e per ordinata C_2 ($\gtreqless C_1$). Non potrà essere $C_2 = C_1$, chè, in caso diverso, l'aggregato P conterrebbe un complesso di linee egualmente continue, contro il supposto.

Per veder più addentro nella ricerca attuale giova riferirsi all' asse Y anzichè all' asse X. Diciamo $\varphi_t(x)$ ($t = 1, 2, 3, ...$) un insieme di linee del complesso P di cui gli estremi sinistri e destri hanno per limite rispettivamente i punti (B_1, C_1) e (B_1, C_2) e tali, che *ciascuna* sia sempre crescente, quando non avvenga l' opposto. Nel primo caso l'aggregato $\varphi_t(x)$ sarà pure crescente, quando si riferisca all'asse Y, nel secondo ognora decrescente, ed il limite inferiore delle projezioni delle linee $\varphi_t(x)$ sulla retta $x=0$ sarà in amendue i casi maggiori di zero.

Ammesso, per fissare le idee, che il sistema $\varphi_t(x)$ ($t \geq 1$) sia formato da funzioni ognora crescenti, nella quale ipotesi ogni elemento della varietà $\varphi'_t(x)$ sarà positivo, è chiaro che non si può assegnare una grandezza M (>0) per modo, che sia mod. $\varphi'_t(x) < M$, qualunque sia l'intero t e qualunque sia il valore della variabile x, perchè l'insieme $\varphi_t(x)$ non è in egual maniera continuo. Il limite superiore della espressione $\varphi'_t(x)$ non è quindi assegnabile qualunque sia l' intero t. Questa asserzione può scindersi in due, il limite superiore della $\varphi'_t(x)$ è determinabile per ogni valore del numero t, ciò non ha luogo.

Ora, la varietà $\varphi'_t(x)$ è uniformemente continua o meno; nel primo caso il

limite inferiore della funzione $\varphi'_t(x)$ va all' infinito con t, nel secondo la stessa cosa non avviene di necessità. Valgano i seguenti esempî a chiarire queste asserzioni.

Essendo ν_s $(s \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente, costruisco in una area sita a distanza finita e del tutto nel primo quadrante una funzione $\rho_s(x)$ ognora crescente, di cui la projezione $a_s\, b_s$ sopra l'asse X sia eguale a ν_s. Di più, la varietà composta dalle linee $y = \rho_s(x)$ $(s \geq 1)$ sia continua in egual modo. Detto poi μ_s un infinitamente grande, il prodotto $\mu_s\, \nu_s (s \geq 1)$ oscilli tra i limiti A e B, qualunque sia l' intero s, essendo A e B due grandezze *positive* determinate.

Nelle fatte ipotesi è manifesto che l' integrale

$$\varphi_s(x) = \int_{a_s}^{x} \Big(\mu_s + \rho_s(\alpha)\Big)\, d\alpha = \mu_s(x - a_s) + \int_{a_s}^{x} \rho_s(\alpha)\, d\alpha,$$

$$a_s \leq x \leq b_s\ ,$$

rappresenta un complesso di rami elementari della prima classe disegualmente continuo, pel quale il limite inferiore delle projezioni è nullo. Rammentando poi che la funzione $\rho_s(\alpha)$ è finita, qualunque sieno s ed x, ed egualmente continua, l'insieme $\varphi'_s(x)$ $(s \geq 1)$ sarà continuo in egual modo, mentre il limite inferiore delle linee che lo compongono va all'infinito con s, ed altrettanto avviene del superiore.

Se si sostituisce nell' esempio precedente alla funzione $\rho_s(\alpha)$ un' altra positiva $\tau_s(\alpha)$ e sempre crescente, la quale va all'infinito *soltanto* a sinistra del punto b_s per ogni valor particolare dell'intero s in guisa, che sia

$$\lim_{s=\infty} \int_{a_s}^{b_s} \tau_s(\alpha)\, d\alpha = 0\ ,$$

si otterrebbe una varietà di rami elementari della prima classe $\psi_s(x)$, la quale non è continua in eguale maniera insieme al gruppo formato dalle derivate $\psi'_s(x)$ $(s \geq 1)$. Il limite inferiore dei valori della linea $\psi'_s(x)$ è assegnabile per ogni valore di s e va con quest'ultimo all'infinito, mentre il limite superiore non può mai determinarsi.

Se indichiamo per ultimo con $\omega_s(x)$ $(s \geq 1)$ un complesso di funzioni positive sempre crescenti e tali, che il limite inferiore della $\omega_s(x)$ non vada all'infinito con s, mentre l'integrale

$$\int_{a_s}^{b_s} \omega_s(\alpha)\, d\alpha$$

oscilla tra due grandezze C e D $(0 < C < D)$, nè si accosta indefinitamente allo zero, la espressione

$$\int_{a_s}^{x} \omega_s(\alpha)\, d\alpha, \quad a_s \leq x \leq b_s,$$

rappresenta un aggregato di funzioni non egualmente continuo con quello delle derivate prime. Il limite inferiore dei valori raggiunti da ciascuna di queste ultime è, qualunque sia s, a distanza finita, il superiore non è mai assegnabile.

La linea $y = \varphi_l(x)$ riferita all'asse Y tende manifestamente al segmento di retta parallelo allo stesso asse di cui gli estremi sono i punti (B_1, C_1), (B_1, C_2). Detta poi $x = \psi_l(y)$ la equazione dell'elemento $\varphi_l(x)$ rispetto alla retta $x = 0$, avremo

$$\psi'_l(y) \cdot \varphi'_l(x) = 1,$$

essendo (x, y) un punto che annulla il binomio $y - \varphi_l(x)$. Ne consegue che ogni derivata $\psi'_l(y)$ può supporsi sempre crescente o decrescente, perchè questa condizione può ammettersi soddisfatta rispetto ad ogni funzione $\varphi'_l(x)$. La derivata $\psi'_l(y)$ tende quindi a zero rispettivamente nel tratto $\overline{\alpha_l + \varepsilon \ \beta_l}$ ed $\overline{\alpha_l \ \beta_l - \varepsilon}$, essendo $\alpha_l \beta_l$ la projezione dell'elemento $\psi_l(y)$ sopra l'asse Y ed ε una quantità arbitrariamente piccola. Le grandezze α_l e β_l ponno variare da linea a linea, laddove la grandezza ε si mantiene costante.

Adunque, una varietà di rami elementari della classe r^{a} a distanza finita, nessuno dei quali è deposto un numero illimitato di volte sopra il piano e tale, che il numero delle linee aventi una projezione maggiore di η_s sia sempre assegnabile per ogni valor particolare di s, mentre non può torsi dalla medesima un insieme egualmente continuo, ammette per elementi limite *soltanto* dei segmenti paralleli all'asse Y. È chiaro che il limite inferiore delle lunghezze di questi segmenti può essere eguale a zero.

3. Abbiasi ora un sistema P di rami elementari della classe r^{a}, la quale soddisfa alle condizioni indicate al par. 1 del cap. IV. In tale ipotesi si avrà almeno una linea limite L relativa al tratto $\overline{a + \varepsilon \ b - \varepsilon}$. Ciò posto, si potrà assegnare o no una linea $f_s(x)$ $(s \geq 1)$ infinitamente vicina all'elemento L, la quale sia continua in egual maniera nel tratto ab. Nel primo caso la linea L potrà supporsi corrispondente all' intervallo ab, nel secondo essa potrà prolungarsi rispetto al segmento $\overline{a + \varepsilon_1 \ b - \varepsilon_1}$ $(0 < \varepsilon_1 < \varepsilon)$, quindi nell'altro $\overline{a + \varepsilon_2 \ b + \varepsilon_2}$ $(0 < \varepsilon_2 < \varepsilon_1)$, e così di seguito indefinitamente. Io otterrò in tal guisa una curva della classe $(r-1)^{a}$ relativa al tratto ab, la quale manifestamente si comporta nei modi indicati.

La parte di linea $f_s(x)$ $(s \geq 1)$ che si projetta nel tratto infinitesimo $\overline{a \ a + \varepsilon_s}$ ammette almeno una linea limite, che è un segmento di retta parallelo all'asse Y di ascissa eguale al punto limite dell'elemento variabile a; la stessa cosa può ripetersi del pezzo di linea $f_s(x)$ $(s \geq 1)$ che si projetta nel tratto $\overline{b - \varepsilon_s \ b}$.

Se nelle ricerche fatte or ora uno o più linee fossero adagiate un numero illimitato di volte sopra il piano, al sistema P' ottenuto nell' ipotesi che ogni linea fosse computata una sol volta in P andrebbero aggiunti tutti gli elementi di P che sono deposti nel piano tante volte quante si vuole.

Giova però l'osservare che nella ricerca delle linee limite di un complesso di rami elementari si può supporre che ciascuna curva sia deposta semplicemente nel piano, quando però nessun elemento sia adagiato un numero illimitato di volte sul medesimo.

Infatti, in tale maniera non va perduto nessun elemento limite dell'insieme dato, poichè la linea $f_s(x)$ $(s \geq 1)$ infinitamente vicina all' elemento T della derivata prima può supporsi formato da linee tutte tra loro distinte.

Se poi l'aggregato P contenesse anche delle linee, ognuna delle quali è adagiata sopra il piano quante volte si vuole, esso potrebbe supporsi formato nella ricerca degli

elementi limite da linee, di cui talune sono deposte sopra il piano un numero illimitato di volte, altre invece una sol volta, il primo insieme od il secondo potendo esser nullo.

Ed invero, una linea limite T appartiene o meno al complesso dato. Se vi appartiene, un elemento $f_s(x)$ $(s \geq 1)$ che le è infinitamente vicino sarà necessariamente eguale a se stesso, qualunque sia s, oppure ciò non ha luogo. Nella prima ipotesi la linea T appartiene tante volte quante si vuole al sistema P, nella seconda, mentre la stessa cosa *potrà* verificarsi, gli elementi $f_s(x)$ $(s \geq 1)$ che corrispondono a valori diversi dell'intero s potranno supporsi sempre tra loro distinti. In quest'ultimo caso si potrà supporre che la linea T faccia parte una sol volta dell'insieme dato od anche nessuna, ben si intende quando si tratti della ricerca del gruppo derivato.

VII. *Le curve limite di una varietà data di curve della classe t^a.*

1. Sia dato un complesso R di curve della classe t^a $(t \geq 1)$ delle più generali site in un'area posta a distanza finita, il quale soddisfi alle seguenti condizioni:

I. Che si possa assegnare una retta X rispetto alla quale ogni curva dell'insieme R si scinda in un numero limitato k di rami elementari della classe t^a più un numero assegnabile h di segmenti di retta paralleli all'asse Y. Con h e k indico i minimi numeri che soddisfano alla condizione indicata. Chiamo poi T l'insieme R, quando ogni curva che lo compone si supponga decomposta nel modo indicato ([1]).

II. Il limite superiore di ciascuno dei numeri h e k sia assegnabile.

III, La varietà T sia formata da rami elementari in egual modo continui nelle estreme vicinanze dei loro termini.

È chiaro che se un ramo elementare fa parte di un numero illimitato di curve del sistema R, esso dovra computarsi come appartenente tante volte quante si vuole all'aggregato T. Se poi un ramo elementare appartiene p volte soltanto ad una curva dell'insieme R e q volte solo ad un'altra dello stesso gruppo, mentre non fa parte di alcuna altra linea del complesso dato, esso dovrà computarsi $p+q$ volte nell'aggregato T.

Il complesso R non ammette di necessità degli elementi limite. Così, ad esempio, se esso si componesse di una curva semplice chiusa L_s $(s \geq 1)$ che si annulla con $\frac{1}{s}$ e forma il contorno di un'area elementare A_s tale, che ogni punto della superficie A_{s+1} appartenga ad A_s, qualunque sia l'intero s, l'insieme R ammetterebbe soltanto un punto limite.

Il caso precedente si verifica ogniqualvolta si può determinare un infinitesimo $\eta_s (s \geq 1)$ in guisa, che il numero $\varphi(s)$ dei rami del sistema T la cui projezione non è minore di η_s sia assegnabile per ogni valor particolare dell'intero s, perchè in tale ipotesi il complesso T ammette soltanto dei punti limite.

Quando il simbolo $\varphi(s)$ non abbia significato da valore assegnabile di s, si potrà tener parola di curve limite del gruppo R, come risulta dalle considerazioni seguenti.

([1]) Le curve del complesso R contengono anche dei segmenti rettilinei paralleli all'asse Y; sono quindi più generali di quelle menzionate al capitolo VIII della prima Parte.

2. Si tolga dall'insieme T un complesso di rami rispetto alla retta $y=0$ oppure un aggregato di segmenti paralleli all'asse Y, che dirò K_s $(s \geq 1)$, tali, che il limite inferiore delle loro projezioni sia maggiore di zero. È chiaro che si potrà ammettere che due elementi del sistema K_s $(s \geq 1)$ non appartengano ad una stessa curva dell'insieme R, perchè ciascun elemento di quest'ultimo consta di un numero limitato di rami elementari rispetto all'asse X e di segmenti paralleli all'altro asse, mentre il numero delle linee del sistema dato non è assegnabile. Detta poi L_s una curva cui appartiene il ramo K_s, l'elemento L_s sarà completamente determinato quando vi sia una sola linea delle varietà R che contenga il ramo K_s, in caso diverso dovrà scegliersi tra più elementi che sono in numero limitato o meno (¹).

Dico K una linea limite del complesso K_s $(s \geq 1)$, cioè una linea tale, che sia

$$\lim_{t \to \infty} K_{s_t} = K,$$

essendo K_{s_t} $(t \geq 1)$ un insieme appartenente all'altro K_s ed L_{s_t} $(t \geq 1)$ la linea dell'aggregato L_t di cui fa parte l'elemento K_{s_t} $(t \geq 1)$. La linea K si compone di un ramo elementare della classe $(r-1)^a$ oppure di due. La varietà K_{s_t} $(t=1, 2, 3, ...)$ poi sarà *necessariamente* composta di una linea deposta un numero illimitato di volte sopra il piano o meno. Avverrebbe, ad esempio, il primo caso, se l'insieme R fosse formato soltanto dalle curve P_r $(r \geq 1)$, essendo l'elemento P_r composto di un ramo elementare fisso e di un' altro di lunghezze η_r, mentre η_r $(r=1, 2, 3, ...)$ è un infinitesimo.

Ciò posto, il complesso L_{s_t} $(t \geq 1)$, considerato nei suoi rami elementari appartenenti all' insieme T, ammette quale elemento limite *soltanto* il ramo K, tolti i punti limite, oppure questo fatto non si verifica. Se l' aggregato R si componesse delle linee $x^2+y^2=r^2$ $(r=1,\ 1+\frac{1}{2},\ 1+\frac{1}{3}, ...;\ x \geq 0, y \geq 0)$, si verificherebbe il primo caso, e la linea K si ridurrebbe al complesso di punti pei quali $x^2+y^2=1$ $(x \geq 0,\ y \geq 0)$.

Nella seconda ipotesi possiamo levare dall' agregato L_{s_t} $(t \geq 1)$ l' insieme $A_v^{(2)}$ $(v=1, 2, 3, ...)$ in guisa, che la curva $A_v^{(2)}$ contenga l'elemento $B_v^{(1)}$ $(v \geq 1)$ tale, che sia $\lim_{v=\infty} B_v^{(1)} = B_1 = K$, e l'altro $B_v^{(2)}$ $(v \geq 1)$ in maniera, che si abbia $\lim_{v=\infty} B_v^{(2)} = B_2$, mentre le due linee B_1 e B_2 sono tra loro distinte. L'ultima asserzione dice che i due elementi B_1 e B_2 non sono identici. Ciascun punto di una *sola* delle due linee potrebbe appartenere all'altra; questo fatto avrebbe luogo, ad esempio, se il sistema R si componesse della varietà di linee P_u $(u \geq 1)$, essendo la curva P_u composta di un ramo della classe t^a f_u di cui il limite inferiore delle projezioni non è eguale a zero, più una parte connessa di questo ramo $'f_u$ dotato della stessa proprietà rispetto al

(¹) Più semplicemente il gruppo K_s $(s \geq 1)$ potrebbe formarsi nel modo seguente. Scelto dal complesso dato il sistema di curve L_s $(s \geq 1)$, si tolga dalla prima L_1 la linea K_1, dalla seconda L_2 la linea K_2, e così via, badando che il gruppo L_s non sia scevro da elementi limite, oppure, ciò che torna lo stesso, facendo in guisa, che il limite inferiore delle projezioni del complesso K_s sopra l'asse di riferimento sia maggiore di zero.

limite inferiore, laddove la differenza della lunghezza delle due linee f_u ed $'f_u$ non è mai minore di una quantità assegnabile.

Gli elementi B_1 e B_2 essendo tra loro distinti, si può supporre che le linee del complesso $B_v^{(1)}$ sieno tutte diverse da quelle dell'altro $B_v^{(2)}$ $(v \geq 1)$.

Procedendo nel modo *nettamente* indicato si scorge tosto che possiamo determinare una varietà $A_v^{(m)}$ $(v \geq 1)$ tale, che esistano m curve della classe $(t-1)^a$ $B_1, B_2, \ldots, B_m$, ciascuna delle quali si compone di uno o due rami elementari, mentre

$$\lim_{v=\infty} B_v^{(1)} = B_1\,, \quad \lim_{v=\infty} B_v^{(2)} = B_2\,, \; \ldots\ldots, \; \lim_{v=\infty} B_v^{(m)} = B_m\,,$$

e le linee $B_v^{(1)}, B_v^{(2)}, \ldots, B_v^{(m)}$ appartengono alla curva $A_v^{(m)}$. I complessi $\sum_1^m s B_v^{(s)}$ $(v=1,2,3,\ldots)$ sono tra loro del tutto distinti, ossia, ciò che torna lo stesso, non si può determinare un elemento di uno di questi sistemi che appartenga in pari tempo ad un altro.

Detta R_1 la varietà dei rami che si ottiene dall'insieme $A_v^{(m)}$ $(v \geq 1)$ nella maniera indicata alla condizione I, ammetto che essa non abbia altre linee limite oltre le mentovate $B_1, B_2, \ldots, B_m$, la quale ipotesi è lecita, perchè il numero m non può andare all'infinito, essendo per ipotesi assegnabile il limite superiore di ciascuno dei due interi h e k.

3. Premesse le considerazioni precedenti sarebbe, a mio credere *almeno*, del tutto sconveniente il considerare *ognora* l'aggregato

$$B_1 + B_2 + \ldots\ldots + B_{m-1} + B_m$$

quale curva limite del complesso $A_v^{(m)}$ $(v \geq 1)$, come risulta da quanto segue.

Rammento che per la data definizione di curva un ramo elementare della classe t^a computato tre volte costituisce una curva della stessa classe, ciascun punto della quale va considerato come multiplo secondo il numero tre, tolti gli estremi che sono altresì dei punti singolari. Una circonferenza ed un suo diametro, quest'ultimo contato p volte, costituiscono una curva la cui classe non è assegnabile. Ogni punto interno del diametro è un punto multiplo secondo il numero p, mentre ogni altro punto della curva contemplata è un punto ordinario, fatta astrazione dagli estremi del diametro in discorso.

Quando ciascun punto di una curva A appartiene alla curva B nello stesso modo che alla prima e viceversa, le due curve A e B saranno manifestamente identiche. Indicheremo questo fatto con la notazione $A = B$ equivalente all'altra $B = A$, in caso diverso le curve A e B si diranno tra loro distinte. Così, ad esempio, la curva composta di un ramo della classe r^a contato cinque volte è diversa da quella che nasce dallo stesso ramo considerato una volta sola, e la differenza tra la prima e la seconda dà origine ad una linea formata dallo stesso ramo computato quattro volte.

Il complesso R_1 ammette per dato soltanto gli elementi limiti $B_1, B_2, \ldots, B_m$.

Ora, *qualsivoglia* varietà $C_s^{(m)}$ $(s \geq 1)$ (¹) tolta dall'altra $A_s^{(m)}$ $(s \geq 1)$ è tale, che

(¹) Adunque l'insieme $A_s^{(m)}$ $(s \geq 1)$ stesso.

la linea $C_s^{(m)}$ contenga i rami $'C_s^{(1)}$, $'C_s^{(2)}$, ... , $'C_s^{(m)}$, i quali danno luogo alle eguaglianze

$$\lim_{s=\infty} {'C_s^{(1)}} = B_1 , \; \lim_{s=\infty} {'C_s^{(2)}} = B_2 , \; .... , \; \lim_{s=\infty} {'C_s^{(m)}} = B_m .$$

Ciò posto, consideriamo il complesso

$$D_s = C_s^{(m)} - \sum_1^m t \, 'C_s^{(t)} \quad (s = 1, 2, 3, ...) .$$

Dico U l'insieme $D_s \; (s \geq 1)$ quando lo si supponga decomposto nei suoi rami elementari come alla condizione I, ed $\eta_u \; (u \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente. Il numero delle linee dell'aggregato U la cui projezione è maggiore od eguale ad η_u è assegnabile o meno per ogni valor particolare dell' intero u. Nella prima ipotesi la varietà $D_s \; (s \geq 1)$ non ammette alcuna linea limite e si potrà porre, come è manifesto,

$$\lim_{s=\infty} C_s^{(m)} = \lim_{s=\infty} A_s^{(m)} = \sum_1^m t \, B_t .$$

In questo caso possiamo anche tener parola di una corrispondenza univoca fra la curva variabile della classe $t^a \; A_s^{(m)}$ e la curva della classe $(t-1)^a \; B_1 + B_2 + ... + B_m$, ed ecco in quale maniera.

Detto $\varepsilon_u \; (u \geq 1)$ un infinitesimo positivo sempre decrescente ed $a_t^{(s)} \, b_t^{(s)} \; (t \geq 1;$ $s = 1, 2, ... , m)$ la projezione dell'elemento $B_t^{(s)}$ sopra l'asse X, quando non sia un segmento parallelo alla retta $x = 0$, in caso diverso sopra quest'ultima, si potrà determinare un intero $\varphi(u)$ per modo, che la linea $B_{\varphi(u)+v}^{(s)} \; (s > 1, \leq m; \; v \geq 0)$ differisca dall'altra B_s relativamente al tratto $\overline{a_t^{(s)} + \varepsilon_u \; b_t^{(s)} - \varepsilon_u}$ in punti dotati della stessa ascissa od ordinata non più della grandezza $\eta_u \; (u \geq 1)$, qualunque sia l'intero v.

Le due linee $B_{\varphi(u)+v}^{(s)} \; (v \geq 1)$, B_s si corrispondono univocamente nel tratto $\overline{a_t^{(s)} + \varepsilon_u \; b_t^{(s)} - \varepsilon_u}$, essendo corrispondenti quei punti che hanno la stessa projezione sopra l'asse X, quando la varietà $B_t^{(s)} \; (t \geq 1)$ non consti di segmenti paralleli all'asse Y, in caso diverso si corrisponderebbero gli elementi delle due linee che hanno la stessa ordinata.

Consideriamo ora il caso in cui non ogni varietà $C_s^{(m)}$ levata dall'altra $A_s^{(m)} \; (s \geq 1)$ sia tale, che il numero degli elementi dell'insieme $D_s \; (s \geq 1)$, ognuno dei quali ha una projezione maggiore od eguale ad η_t, sia assegnabile per ciascun valor particolare dell' intero t, mentre si può determinare un gruppo $''C_s^{(m)} \; (s \geq 1)$, e quindi quanti si vogliono, in guisa, che il sistema U relativo alla differenza

$$''C_s^{(m)} - \sum_1^m t \, '''C_s^{(t)} \quad (s = 1, 2, 3, ...), \quad \left(\lim_{s=\infty} {'''C_s^{(t)}} = B_t \; (t = 1, 2, ... , m) \right)$$

non ammetta alcuna linea limite.

In tale ipotesi si potrà fare

$$\lim_{s=\infty} {''C_s^{(m)}} = \sum_1^m t \, B_t ,$$

non però

$$\lim_{s=\infty} {}''C_s^{(m)} = \lim_{s=\infty} A_s^{(m)} = \sum_1^m t\, B_t\,.$$

La corrispondenza univoca tra la curva variabile $''C_s^{(m)}$ $(s \geq 1)$ e l'altra fissa $\sum_1^m t\ B_t$ regge anche ora, come è manifesto.

Se la curva $A_s^{(m)}$ si componesse di un segmento parallelo all'asse Y di cui il limite inferiore non è nullo e di un ramo della classe rª rispetto all'asse X, la cui lunghezza è sempre maggiore di una quantità η (> 0), si avrebbe un esempio del primo dei due casi or ora contemplati, quando il segmento non ammettesse che una linea limite e così pure il ramo [1]. Se poi la curva $A_{2t}^{(2)}$ $(t \geq 1)$ fosse identica a quella relativa al caso precedente, laddove l'altra $A_{2t+1}^{(2)}$ $(t \geq 1)$ differisse in ciò soltanto dalla analoga che in essa il segmento parallelo all'asse Y fosse ognora computato due volte, si otterrebbe un esempio del secondo caso.

4. Studiamo ora l'ipotesi che non si possa levare dal sistema $A_s^{(m)}$ $(s \geq 1)$ un altro $C_s^{(m)}$ per modo, che l'aggregato U relativo all'insieme

$$D_s = C_s^{(m)} - \sum_1^m {}'C_s^{(t)} \quad \left(s = 1, 2, 3, \dots ;\ \lim_{s=\infty} {}'C_s^{(t)} = B_t\,,\ t = 1, 2, \dots, m\right)$$

sia scevro da *linee limite*.

In questo caso esisterà nel complesso $A_s^{(m)} (s \geq 1)$ un aggregato di curve E_t $(t \geq 1)$ [2] in guisa, che la linea E_t oltre gli elementi $E_t^{(1)}$, $E_t^{(2)}$, ..., $E_t^{(m)}$, pei quali

$$\lim_{t=\infty} E_t^{(1)} = B_1\,,\ \lim_{t=\infty} E_t^{(2)} = B_2\,, \dots ,\ \lim_{t=\infty} E_t^{(m)} = B_m\,,$$

contenga anche un'altra linea $E_t^{(m+1)}$, mentre il limite inferiore delle projezioni dell'insieme $E_t^{(m+1)}$ $(t \geq 1)$ è maggiore di zero.

Il sistema $E_t^{(m+1)}$ $(t \geq 1)$ ammette quindi *almeno* un elemento limite, il quale, come è manifesto, non può essere che una delle linee B_1, B_2, ..., B_m.

Pertanto, noi possiamo levare dall'insieme $A_s^{(m)}$ $(s \geq 1)$ l'altro E_s $(s \geq 1)$ e da quest'ultimo un terzo $A_s^{(m+1)} (s \geq 1)$ per modo, che la curva $A_s^{(m+1)}$ contenga i rami elementari $G_s^{(1)}$, $G_s^{(2)}$, ..., $G_s^{(m)}$, $G_s^{(m+1)}$ tali, che sia

$$\lim G_s^{(1)} = B_1\,,\ \lim G_s^{(2)} = B_2\,, \dots ,\ \lim G_s^{(m)} = B_m\,,\ \lim G_s^{(m+1)} = B_{t_1}$$
$$(s = \infty)\,,$$

mentre il numero t_1 è un intero determinato non maggiore di m.

Ciò premesso, avverrà che si possa assegnare un infinitesimo η_u $(u \geq 0)$ in guisa, che il numero dei rami elementari, nei quali si scinde l'aggregato

$$H_s = A_s^{(m+1)} - \sum_1^m t\, G_s^{(t)} - G_s^{(m+1)} \quad (s \geq 1)$$

[1] Nell'ipotesi attuale m è eguale a due.

[2] L'insieme E_s è, se vuolsi identico all'altro $A_s^{(m)}$, fatta astrazione, se mai, di un numero limitato di elementi di quest'ultimo.

ed aventi una projezione maggiore od eguale ad η_u sia limitato per ogni valor particolare del numero u, oppure tal fatto non avviene. Nella prima ipotesi sarà conveniente di porre

$$\lim_{s=\infty} A_s^{(m+1)} = B_1 + B_2 + \ldots + 2B_{t_1} + \ldots + B_m .$$

Nella seconda si potrà fare

$$\lim_{t-\infty} S_t = B_1 + \ldots + 2B_{t_1} + \ldots + B_m ,$$

non mai però

$$\lim_{t=\infty} S_t = \lim_{s=\infty} A_s^{(m+1)} = B_1 + \ldots + 2B_{t_1} + \ldots + B_m ,$$

quando $S_t\ (t \geq 1)$ sia un insieme scelto in modo opportuno dall'altro $A_s^{(m+1)}(s \geq 1)$, o meno.

Nell' ultimo caso giovandomi del metodo *chiaramente* accennato si potrà prelevare un insieme $L'_s\ (s = 1, 2, 3, \ldots)$ in maniera, che sia

$$\lim_{s=\infty} L'_s = p_1 B_1 + p_2 B_2 + \ldots + p_m B_m ,$$

mentre la curva L'_s contiene i rami

$$^{(1)}B_s^{(1)},\ ^{(2)}B_s^{(2)}, \ldots,\ ^{(p_1)}B_s^{(1)};\ ^{(1)}B_s^{(2)},\ ^{(2)}B_s^{(2)}, \ldots,\ ^{(p_2)}B_s^{(2)}; \ldots;\ ^{(1)}B_s^{(m)},\ ^{(2)}B_s^{(m)}, \ldots,\ ^{(p_m)}B_s^{(m)} ,$$

essendo

$$\lim_{s=\infty} {}^{(u)}B_s^{(1)} = B_1\ (u = 1, 2, \ldots, p_1), \ldots, \lim_{s=\infty} {}^{(u)}B_s^{(m)} = B_m\ (u = 1, 2, \ldots, p_m) .$$

Il limite superiore delle projezioni delle linee elementari dell' insieme

$$L'_s - \sum_1^{p_1} t\ {}^{(t)}B_s^{(1)} - \sum_1^{p_2} t\ {}^{(t)}B_s^{(2)} - \ldots - \sum_1^{p_m} t\ {}^{(t)}B_s^{(m)} \quad (s \geq 1)$$

si annulli con $\frac{1}{s}$.

È manifesto che può assegnarsi il limite superiore di ciascuno dei numeri $p_1, p_2, \ldots, p_m$, perchè ciò avviene con gli interi h e k.

Se, ad esempio, il complesso dato fosse tale, che ogni sua curva $U_s (\geq 1)$ (¹) si componesse di tre rami elementari tra loro distinti $T_s^{(1)}$, $T_s^{(2)}$, $T_s^{(3)}$, mentre

$$\lim_{s=\infty} T_s^{(1)} = \lim_{s=\infty} T_s^{(2)} = \lim_{s=\infty} T_s^{(3)} = T ,$$

si avrebbe la sola curva limite 3T, quando il limite superiore delle projezioni della linea $T_s^{(1)}$ non si annullasse con $\frac{1}{s}$.

Anche nel caso generale si può tener parola di una corrispondenza univoca nella maniera indicata poco fa tra la curva $L'_s (s \geq 1)$ e l'altra

$$p_1 B_1 + p_2 B_2 + \ldots + p_m B_m ,$$

purchè il ramo $B_t\ (t \geq 1, \leq m)$ venga considerato multiplo secondo il numero p_t.

(¹) Come è noto non ogni complesso contenente un numero illimitato di elementi può farsi corrispondere univocamente alla serie dei numeri naturali, ad esempio, tutti i punti di un segmento di retta.

Le curve della classe $(t-1)^{a}$ si distingueranno in due specie, in curve che appartengono alla derivata R' dell'insieme dato R ed in linee che non hanno questa proprietà. Il gruppo R' è formato da elementi che sono della classe $(t-1)^{a}$ ed egualmente continui, mentre rispetto ad essi sono soddisfatte le condizioni I, II, III accennate al principio di questo capitolo.

Quando il gruppo R' non consti di un numero limitato di curve, si potrà far parola o meno di una derivata seconda R'' dotata delle stesse proprietà della derivata prima, e così di seguito. Avverrebbe il secondo fatto, se il numero dei rami elementari dell'aggregato R' aventi una proiezione maggiore di una quantità qualsivoglia fosse ognora assegnabile.

Se la derivata $R^{(m)}$ si componesse di un numero limitato di curve, il complesso R si direbbe dell'ordine m, se poi il numero delle derivate non avesse fine, l'aggregato R si direbbe di ordine non assegnabile.

NOTA I.

Del ramo di classe zero a distanza finita.

1. Dirò ramo della classe zero l'insieme dei punti imagine della equazione $y = f(x)$, essendo la $f(x)$ una funzione continua nel segmento ab e tale, che quest'ultimo possa dividersi in un numero limitato di parti in ciascuna delle quali la $f(x)$ sia crescente o decrescente, quando non sia costante. Un ramo della classe zero si dirà elementare quando sia ognora crescente o decrescente oppure costante, nè muti segno. Un ramo della classe zero si scinde manifestamente in un numero limitato di rami elementari della stessa classe.

Se $y = \psi(x)$ rappresenta una funzione integrabile nel tratto *ab sempre* positiva di cui il limite inferiore è diverso dallo zero, l'integrale

$$\int_a^x \psi(\alpha)\, d\alpha \quad (a \leq x \leq b)$$

dà origine ad un ramo elementare di classe zero nell' intervallo ab.

NOTA II.

Costruzione in un dato segmento di un ramo elementare di classe assegnabile o meno, che assume valori arbitrarî agli estremi del medesimo.

1. Ci proponiamo di costruire nel segmento ab una funzione continua sempre crescente, la quale raggiunga in a il valore A ed in b il valore $B\,(A < B)$.

Considero nel tratto $\overline{a+0\;\; b-0}$ un gruppo di punti $G_s\,(s = 1, 2, 3, \ldots)$ tale, che ogni punto dell' insieme G_s appartenga al successivo G_{s+1}, mentre la distanza fra due punti contigui si annulla con $\frac{1}{s}$. Nell'intervallo $\overline{A+0\;\; B-0}$ dell' asse Y assumo poi la varietà $G_s'\,(s \geq 1)$ *analoga* all'altra e composta dello stesso numero di punti della prima per ogni valor particolare dell'intero s in guisa, che il numero degli elementi dell'insieme $G'_{s+1} - G'_s$ siti tra due punti consecutivi dell'aggregato G'_s sia eguale a quello degli elementi del sistema $G_{s+1} - G_s$ tra i due punti corrispondenti. Ammetto poi che i punti che stanno agli estremi nel complesso G_s convergano ai punti a e b all'annullarsi del quoto $\frac{1}{s}$, mentre una proprietà analoga ha luogo rispetto alla varietà G'_s.

Il numero dei sistemi della forma G'_s è illimitato, e ciascuno di essi dà origine ad un insieme ovunque compatto $\gamma'_t\,(t \geq 1)$ nell'intervallo AB. Due fra gli aggregati $\gamma'_t\,(t \geq 1)$ coincidono oppure, ciò che torna lo stesso, sono formati dagli stessi elementi, oppure ciò non ha luogo. Altrettanto può dirsi dei complessi $G_s\,(s \geq 1)$, che fanno nascere l'insieme $\gamma_t\,(t \geq 1)$.

Chiamo $a_1^{(s)}, a_2^{(s)}, \dots, a_{m_s}^{(s)}$ i punti della varietà G_s da a verso b, $A_1^{(s)}, A_2^{(s)}, \dots A_{m_s}^{(s)}$ gli elementi dell'aggregato G'_s da A verso B, e suppongo che la funzione da costruirsi $y = f(x)$ soddisfi alle relazioni

$$A = f(a),\ A_1^{(s)} = f(a_1^{(s)}),\ A_2^{(s)} = f(a_2^{(s)}),\ \dots,\ A_{m_s}^{(s)} = f(a_{m_s}^{(s)}),\ B = f(b)$$

$$(s = 1, 2, 3, \dots).$$

La funzione $f(x)$ ottenuta in tal guisa è sempre crescente nel tratto ab ed è definita soltanto nei punti a e b ed in quelli del complesso γ_t $(t \geq 1)$. La sua oscillazione è poi eguale a zero in ciascun punto del segmento considerato.

Infatti, i punti del tratto ab vanno distinti in due classi, appartenga alla prima ciascun punto dell'insieme γ_t $(t \geq 1)$, alla seconda appartengano gli altri. Questi ultimi non ponno presentarsi nella forma δ_t $(t \geq 1)$, come è noto.

Ciò posto, i simboli $f(\gamma_t)$ $(t \geq 1)$, $f(x+0)$, $f(x-0)$, $(a < x < b)$, $f(a+0)$, $f(b-0)$ rappresentano manifestamente delle grandezze e non si ha $f(x+0) - f(x-0) \gtrless 0$, $A - f(a+0) \gtrless 0$, $B - f(b-0) \gtrless 0$ in virtù delle ipotesi relative alle varietà G_s, G'_s $(s \geq 1)$.

Se attribuiamo quindi alla funzione $f(x)$ in ciascun punto in cui non è definita il valore che si ottiene convergendo ad esso, otterremo una funzione $f(x)$ sempre crescente nell'intervallo ab, la quale raggiunge agli estremi dell'intervallo considerato i valori A e B.

2. Costruisco ora un ramo elementare di prima classe che abbia per projezione sopra l'asse X il tratto 01, e raggiunga al primo limite il valore zero ed al secondo il valore A (> 0).

Se formo nel tratto $+0\ \overline{1-0}$ una funzione $\varphi(x)$ continua e sempre crescente in guisa, che l'area BCD sia eguale all'area EDM [1], la qual cosa può conseguirsi in quanti modi si vuole, è chiaro che l'integrale $l(x) = \int_0^x \varphi(\alpha)\, d\alpha$ rappresenterà un ramo elementare di prima classe, pel quale $l(0) = 0$, $l(1) = A$. Se poi $y = \psi(x)$ è la funzione sempre decrescente FGH tale, che le aree dei due triangoli mistilinei FBG, GHM sieno eguali, anche la espressione $m(x) = \int_0^x \psi(\alpha)\, d\alpha$ $(0 \leq x \leq 1)$ soddisfa alle condizioni volute. La funzione $l(x)$ volge *la convessità* all'asse X, la seconda *la concavità*.

Per ciascun punto interno al nostro rettangolo, che non sia sulla retta $y = Ax$, passano tanti rami della specie indicata, quanti si vogliono. Ognuna di queste linee è sita per intero in una soltanto delle due metà in cui il rettangolo risulta diviso dalla retta $y = Ax$. La parte inferiore è il luogo dei rami elementari di prima classe che volgono la convessità all'asse X, l'altra il luogo dei rami che volgono la concavità allo stesso asse.

Queste asserzioni risultano chiarite da quanto segue.

[1] Vedi la fig. in calce alla Memoria.

Piglio un punto (c, d) entro il rettangolo sopra la retta $y = Ax$ e mi propongo di costruire, *se pure è possibile*, un ramo elementare $y = f(x)$ che volga la sua convessità all'asse X e passi per esso punto, mentre $f(0) = 0$, $f(1) = A$. Essendo $f(x) = \int_0^x \varphi(\alpha)\, d\alpha$, e la $\varphi(x)$ sempre positiva e crescente, la quantità $\varphi(0)$ sarà minore di A, laddove $\varphi(c) > A$, perchè $\int_0^c \varphi(\alpha)\, d\alpha = d = Ac$. L'integrale $\int_c^1 \varphi(\alpha)\, d\alpha$ sarebbe quindi più grande di $A(1 - c)$, nè si potrebbe avere $\varphi(1) = A$.

Analogamente si dimostra che non esiste una linea uscente dal punto (c, Ac) $(0 < c < 1)$, la quale volge la sua concavità alla retta $y = 0$.

Detto (x_1, y_1) un punto del nostro rettangolo tale, che sia $Ax_1 > y_1$, costruisco sul segmento $0\,x_1$ un rettangolo di area y_1, di cui il lato parallelo all'asse X cade manifestamente al di sotto della retta $y = A$. Formo quindi una funzione sempre crescente $\varphi(x)$ che si projetti nel tratto $0\,x_1$ nè abbia alcun punto fuori del primo rettangolo, mentre $\int_0^{x_1} \varphi(\alpha)\, d\alpha = y_1$. È chiaro che la funzione $\varphi(x)$ debitamente prolungata dà origine alla $f(x)$, la quale volge la sua convessità all'asse X ed appartiene alla parte del rettangolo OLMB che è sottoposta alla diagonale $y = Ax$. L'ultimo fatto avviene perchè, come or ora si vide, non esiste alcun ramo elementare il quale, volgendo la sua convessità all'asse X contiene un punto interno della diagonale OM.

Il numero poi delle funzioni $f(x)$ che soddisfano alle condizioni or ora indicate è manifestamente arbitrario.

Se nel punto 0 la funzione $f(x)$ da costruirsi non dovesse annullarsi pur soddisfacendo agli altri dati, si dovrebbe avere $f(1) - f(0) > 0$. Posto quindi $f(1) - f(0) = A$, si opererebbe come si è fatto poc'anzi e si aggiungerebbe poi alla funzione ottenuta il valore $f(0)$. La espressione $f\left(\frac{x}{m}\right)$ sarebbe del caso, quando, stando le altre ipotesi, la projezione della linea da costruirsi fosse eguale ad m, mentre $f(x)$ ha il solito significato.

La funzione $f(1 - x)$ risolve il problema pel caso di un ramo elementare decrescente.

3. Se $y = \varphi_1(x)$ rappresenta una funzione sempre crescente o decrescente nel tratto 01 che non muta segno, l'integrale

$$\varphi_2(x) = C_1 + \int_0^x \varphi_1(\alpha)\, d\alpha \quad (0 \leq x \leq 1)$$

da origine ad un ramo elementare di prima classe, purchè la costante C_1 sia scelta in modo opportuno. L'espressione

$$\varphi_3(x) = C_2 + \int_0^x \varphi_2(\alpha)\, d\alpha \quad (0 \leq x \leq 1)$$

ci rappresenta un ramo della seconda classe, quando non muti segno.

Ne consegue che l'integrale

$$\varphi_{r+1}(x) = C_r + \int_0^x \varphi_r(\alpha)\, d\alpha \quad (0 \leq x \leq 1)$$

ha per imagine un ramo elementare della classe r, purchè le costanti C_t $(t = 1, 2, \ldots, r)$ sieno determinate in maniera conveniente.

Se facciamo $C_r = 0$ e $D\varphi_{r+1}(1) = A\ (>0)$, il ramo elementare $y = \varphi_{r+1}(x)$ si si annulla nel punto 0 ed assume il valore arbitrario A nel punto di ascissa 1.

Non è poi difficile il costruire un ramo elementare di classe non assegnabile nel segmento $0c$ $(c < 1)$, che si annulla al primo termine e raggiunge un valore arbitrario A (> 0) nel secondo. Il simbolo $\sum\limits_0^\infty n\, a_n\, x^n$ rappresenta al certo un ramo elementare di classe non assegnabile, quando sia $a_s > 0$ $(s \geq 0)$, mentre si può determinare un valore $\rho\ (<1)$ in guisa, che il modulo $a_n\, \rho^n$ si mantenga finito qualunque sia n. Si potrà poi fare $a_0 = 0$ e quindi $Df(c) = A\ (> 0)$. La quantità c va supposta minore di ρ.

Il ramo or ora costruito e sempre crescente nel tratto $0c$ insieme ad una qualsivoglia delle sue derivate.

NOTA III.

Un ramo elementare della classe zero è anche rettificabile (1).

1. Essendo $y = \varphi(x)$ una funzione sempre crescente e continua nel tratto pq inserisco in quest' ultimo un gruppo variabile di punti G_s $(s \geq 1)$ tale, che la distanza fra due contigui si annulli con $\frac{1}{s}$. La spezzata i cui vertici riposano sulla linea $y = \varphi(x)$ e che hanno per projezioni sopra la retta $y = 0$ i punti dell' aggregato G_s $(s \geq 1)$ si mantiene finita, qualunque sia l' intero s, perchè sempre minore dell'intervallo pq e della differenza $\varphi(q) - \varphi(p)$. Diciamone $\psi(s)$ la lunghezza, che rappresenta manifestamente una funzione finita la quale esiste soltanto per valori interi della variabile s.

Ora, se P e Q sono i limiti tra i quali oscilla la espressione $\psi(s)$ al crescere indefinito del numero s, si potrà assegnare un sistema di valori sempre crescenti $s_1, s_2, s_3, \ldots$ per modo, che sia $\lim\limits_{r=\infty} \psi(s_r) = M\ (P \geq M \geq Q)$.

Sia adesso H_t $(t \geq 1)$ un' altra varietà (2) di punti in pq scelta in guisa, che la distanza fra due punti contigui qualsivoglia tenda a zero con $\frac{1}{t}$. Ciò posto, esisterà una successione di valori $t_1 < t_2 < t_3 < \ldots$ tali, che sia $\lim \psi_1(t_r) = M_1$ $(P_1 \leq M_1 \leq Q_1)$, essendo $\psi_1(t)$ la lunghezza della spezzata relativa al gruppo H_t, e P_1, Q_1 i limiti tra i quali essa oscilla all' indefinito aumentare dell' intero t.

È facile il vedere che $M_1 = M$.

(1) Ho dimostrato questo teorema con metodo un po' diverso dal presente nel volume dei Rendiconti dell' Istituto Lombardo per l' anno 1883.

(2) Al caso la stessa.

Infatti, si può dare al numero t_r un valore t_{r_1} per modo, che la quantità $M_1-\psi_1(t_{r_1+v})$ $(v\geq 0)$ sia piccola quanto si vuole. Da valore opportuno s_{ρ_1} dell'intero s_ρ $(\rho\geq 1)$ anche la differenza $M-\psi(s_{\rho_1+v})$ $(v\geq 0)$ può supporsi piccola ad arbitrio. Il numero r_1 sia poi scelto in guisa, che sia piccolissima la somma $K(v)$ delle corde della nostra linea relative al gruppo $H_{t_{r_1+v}}$ $(v\geq 0)$ e tali, che ciascuna abbia un punto *interno*, che si projetta in un punto di divisione del sistema $G_{s_{\rho_1}}$. Per tutta chiarezza poi suppongo che fra due punti successivi del gruppo $G_{s_{\rho_1}}$ non cadano meno di m punti dell'insieme $H_{t_{r_1+v}}$ $(v\geq 0)$, essendo m un intero grande a piacere. Ammetto anche che sia piccola ad arbitrio la somma $K_1(v)$ dei segmenti ottenuti congiungendo i punti della nostra linea, che si projettano in punti del gruppo $G_{s_{\rho_1}}$ i quali non appartengono all'altro $H_{t_{r_1+v}}$ $(v\geq 0)$, coi punti della linea $y=\varphi(x)$ appartenenti alla spezzata che nasce mediante l'insieme $H_{t_{r_1+v}}$ $(v\geq 0)$ e contigui ai precedenti. Si può soddisfare a queste condizioni perchè il numero dei punti dell'aggregato $G_{s_{\rho_1}}$ è fisso e perchè la linea considerata è continua, mentre l'intero m è arbitrario.

Ora, si ha

$$\psi_1(t_{r_1+v})=\Big(\psi_1(t_{r_1+v})-K(v)\Big)+K_1(v)+\Big(K(v)-K_1(v)\Big),$$

$$\Big(\psi_1(t_{r_1+v})-K(v)\Big)+K_1(v)>\psi(s_{\rho_1}),$$

qualunque sia l'intero v. La diseguaglianza ha luogo perchè il più corto cammino fra due punti è il rettilineo.

Di conseguenza:

$$\psi_1(t_{r_1+v})>\psi(s_{\rho_1})+\Big(K(v)-K_1(v)\Big).$$

E poichè le quantità $\psi_1(t_{r_1})$, $\psi(s_{\rho_1})$ sono vicine quanto si vuole alle altre M_1 ed M, mentre la espressione $K(v)-K_1(v)$ si annulla con $\frac{1}{v}$, non potrà essere $M_1-M<0$.

Il nostro ragionamento può invertirsi rispetto ai due gruppi G ed H, laonde la quantità M_1 non può essere maggiore di M, e perciò $M_1=M$. La grandezza M_1 può supporsi eguale a P_1 oppure Q_1; *l'asserto è quindi vero*, e perciò la proposizione:

Se il simbolo $y=\varphi(x)$ rappresenta una funzione continua sempre crescente o decrescente (¹) nel segmento ab, la somma

$$\sum_1^n s\, h_s\sqrt{1+\frac{k_s^2}{h_s^2}},$$

nella quale $h_1+h_2+\dots+h_n=ax$ $(a<x\leq b)$, $k_s=f(a+h_1+h_2+\dots+h_s)-f(a+h_1+\dots+h_{s-1})$, tende ad un limite al simultaneo annullarsi delle quantità $h_1, h_2, \dots, h_n$.

Questo limite si dirà *la lunghezza* di quella parte della linea data che si projetta nel tratto ax.

(¹) Più generalmente, mai crescente e decrescente.

NOTA IV.

Costruzione di una curva infinitamente vicina ad una curva data di classe assegnabile.

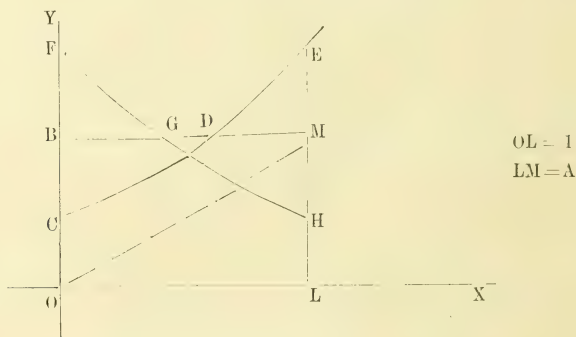
1. Costruiamo prima un ramo elementare infinitamente vicino ad un ramo dato della stessa natura e di classe r, la cui equazione sia $y=f(x)$. Detta ab la projezione della linea $y=f^{(r)}(x)$ sopra l' asse X, che suppongo, per fissare le idee, crescente e non sita sotto alla retta $y=0$, ed $a_s\, b_s\, (s \geq 1)$ un intervallo di quest'ultima scelto in guisa, che si abbia $\lim_{s=\infty} a_s\, b_s = ab$, formo sopra il tratto $a_s\, b_s$ un ramo elementare $\varphi_s^{(r)}(x)\ (s \geq 1)$ infinitamente vicino all'altro $y=f^{(r)}(x)$. Così, ad esempio, si potrebbe fare $a_s\, b_s = ab$ e $\varphi_s^{(r)}(x) = f^{(r)}(x) + \eta_s$, quando $\eta_s\, (s \geq 1)$ sia un infinitesimo positivo con $\frac{1}{s}$.

Ciò posto, la espressione

$$\varphi_s(x)=C_1+C_2(x-c)+C_3\frac{(x-c)^2}{2}+C_4\frac{(x-c)^3}{2.3}+\ldots+C_r\frac{(x-c)^{r-1}}{\Pi(r-1)}+\int_c^x \varphi_s^{(r)}(x)\,.\,dx$$

$$\left(a_s \leq x \leq b_s;\ c=\frac{a+b}{2}\right)$$

rappresenta al certo un ramo elementare della classe r^a infinitamente vicino al dato $y=f(x)$, purchè le costanti $C_1, C_2, \ldots, C_r$ sieno determinate in modo opportuno.

Una curva della classe r^a può decomporsi in un numero limitato di rami elementari rispetto ad una stessa retta e di segmenti paralleli ad una normale a quest' ultima (¹). Chiamati $V_s\, (s \geq 1, \leq t)$ i t elementi nei quali suppongo decomponibile la curva data, costruisco col metodo insegnato un ramo elementare infinitamente vicino all'altro $V_s\, (s \geq 1, \leq t)$ ed ottengo la curva voluta.

(¹) La curva è presa nella generalità di cui è parola nel cap. VIII della seconda Parte.

Sui cambiamenti di volume durante la fusione.

Memoria di ROBERTO SCHIFF

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia

nella seduta del 17 giugno 1883.

Fra i diversi metodi proposti per misurare i cambiamenti di volume che subiscono le sostanze durante la fusione quello adoperato da H. Kopp (¹) merita specialmente la nostra attenzione.

Gli osservatori che prima di lui si occuparono di simili ricerche con apparecchi di diverse forme sono principalmente Nasmyth (²), Dulong e Petit (³), e Dulong e Mitscherlich (⁴).

Il metodo di Kopp è generalmente conosciuto e descritto in quasi tutti i trattati di fisica. La sostanza fusa e risolidificata entro un tubetto s'introduce in un tubo d'assaggio ripieno di un liquido che non sciolga la sostanza adoperata e del quale sia perfettamente conosciuto il peso specifico ed il coefficente di dilatazione. Il tubo d'assaggio è chiuso da un tappo portante un tubo capillare calibrato.

Dai pesi dei due tubi di vetro, del tappo col suo tubo, della sostanza e del liquido introdotto, e dai pesi specifici insieme ai coefficienti di dilatazione di tutte queste parti, si può con facilità e per qualunque temperatura dedurre il volume ed il peso specifico della sostanza impiegata. Per questo scopo si riscalda l'apparecchio in un bagno alla temperatura richiesta, si toglie tanto liquido dalla capillare da portare il menisco in coincidenza con uno dei tratti segnati sulla capillare stessa e si determina il peso del liquido ancora contenuto nell'apparecchio.

Osservando poi l'andamento del menisco nella capillare con temperature lentamente crescenti, si può dalla dilatazione apparente del liquido dilatometrico nella capillare, calcolare il coefficente di dilatazione della sostanza impiegata.

Con questo metodo Kopp determina per molte sostanze il volume allo stato solido al punto di fusione ed alla stessa temperatura il volume allo stato liquido, desumendo così le variazioni di volume subìte dalle sostanze durante la fusione.

Se anche questo metodo tra le mani abilissime di Kopp ha dato buoni risultati, non è però esente da alcune cause d'errore che in certe condizioni, dovranno rendere difficilissime se non impossibili le misure.

(¹) H. Kopp, Annalen di Liebig 93.
(²) Nasmyth Poggendorffs, Annalen IX 610.
(³) Dulong et Petit, Annales d. Ch. et de Phys. (2) VII 139.
(⁴) Dulong et Mitscherlich Poggendorffs, Annalen 1, 127 X 148.

1) Anzi tutto è cosa oltre ogni dire difficile di trovare per ogni sostanza un liquido di peso specifico minore di quello della sostanza, di alto punto di ebollizione, che anche a caldo non sciolga menomamente la sostanza e del quale finalmente sia perfettamente conosciuto il peso specifico e la legge di dilatazione per tutta la scala termometrica. Sarebbe senza dubbio da preferirsi, come del resto lo fa osservare già Kopp stesso, se come liquido dilatometrico si potesse in tutti i casi impiegare il mercurio. Ma per poterlo fare bisognerebbe naturalmente cambiare tutto quanto il metodo e l'apparecchio di Kopp.

2) Il metodo richiede una lunga serie di determinazioni di densità, di dilatazioni e di pesate, che naturalmente accrescono le cause e le occasioni di errore.

3) È, a così dire, impossibile che non si introduca dell'aria nell'apparecchio la quale, specialmente fin tanto che la sostanza si trova nello stato solido, deve necessariamente falsare i risultati.

Le sostanze vengono introdotte nell' apparecchio entro un cilindretto di vetro nel quale sono state fuse e poi lasciate risolidificare. Ora io ho trovato che quando una sostanza si solidifica così, in forma di un cilindretto, per la contrazione durante la solidificazione, l'asse di tutto il cilindro viene ad essere formato da un sottile canale ripieno d'aria il quale si ramifica in sottilissimi canaletti attraverso tutta la massa della sostanza risolidificata.

In questi finissimi canali, come anche nello spazio annulare sottilissimo che quasi sempre durante la solidificazione, si apre tra la parete interna del tubo e la superficie esterna del cilindro solido, il liquido dilatometrico non può in alcuna maniera penetrare, dimodochè il volume osservato allo stato solido, deve essere sempre maggiore del reale, come anche vi dovrà essere influenzato il coefficente di dilatazione da quella piccola quantità d'aria che si trova nell' apparecchio.

Fig. 1.

Per evitare questo inconveniente bisognerebbe, almeno così parrebbe, riempire i dilatometri nel vuoto.

Era dunque mio desiderio di trovare un metodo che essendo di semplice maneggio, lasciasse eseguire le misure accennate con tutta l'esattezza necessaria e soddisfacesse in oltre alle seguenti condizioni.

1) Impiego del mercurio come liquido dilatometrico.

2) Diminuire il numero di pesate, di determinazioni, di densità ecc.

3) Riempire di liquido il dilatometro nel vuoto più perfetto possibile.

Descriverò il mio metodo che, se non erro, soddisfa a tutte queste condizioni.

Fig. 1: rappresenta il dilatometro impiegato, eseguito con grande precisione dal sig. F Müller, successore del signor H. Geissler a Bonn. L' istrumento consiste in un recipiente cilindrico di circa 2 cc. di capacità, smerigliato esattamente sopra l' estremità ricurva di un tubo capillare perfettamente cilindrico, diviso in quinti di millimetri e che finisce in una specie di piccolo imbuto. Il recipiente è adattato in maniera che, posto sulla capillare, include sempre esattamente lo stesso volume interno, il che, naturalmente, presuppone una smerigliatura perfettissima.

Le tre misure fatte della capacità del recipiente fino allo zero della scala, danno prova della bontà dell'apparecchio ; e si noti che le prime due furono fatte al principio delle misure, e l'ultima, dopo finita tutta la serie di osservazioni qui riferite.

Prima però di presentare i diversi dati numerici sarà bene di esporre l'uso dell'istrumento ed i calcoli relativi.

Conosciuto il peso del dilatometro vuoto, s'introduce nel bulbo staccato una certa quantità di sostanza, la si fonde toccando col bulbo del mercurio riscaldato, e dopo solidificazione si pesa per conoscere il peso di sostanza impiegata. Dopo, riempito il bulbo staccato e ritto, completamente di mercurio puro, si aggancia la capillare nel suo collo. Il mercurio spostato dalla grossezza del vetro, sale nella capillare e la riempie in parte, di modo che la parte inferiore dell'apparecchio rimane perfettamente pieno. Si ripesa per sapere la quantità di mercurio introdotta e, nella posizione come lo mostra la figura, lo si fissa in un doppio bagno a glicerina.

Per determinare il peso specifico della sostanza impiegata p. es. alla temperatura di 0° gradi, sia:

V'_0 = Volume del bulbo a 0° fino al principio della scala.

v_0 = Volume a 0° corrispondente ad ogni millimetro della scala.

$V_0 = (V'_0 + nv_0)$ = Volume complessivo occupato a 0° dal mercurio più sostanza.

K = Coefficente di dilatazione del vetro.

S_0 = peso specifico del mercurio a 0°.

s_0 = peso specifico della sostanza a 0°.

P = peso del mercurio nell'apparecchio.

p = peso della sostanza nell'apparecchio; avremo:

$$V_0 = \frac{P}{S_0} + \frac{p}{s_0}$$

ossia:

$$s_0 = \frac{p}{V_0 - \frac{P}{S_0}}$$

Se ora si tratti di trovare il peso specifico della sostanza a t^0 avremo:

$$(1 + kt)\, V_t = \frac{P}{S_t} + \frac{p}{s_t}$$

ossia:

$$s_t = \frac{p}{V_t (1 + kt) - \frac{P}{S_t}}.$$

Misure relative al dilatometro impiegato:

I. Volume corrispondente ad 1 mm. della capillare.

Studiando il calibro della capillare mediante la propulsione di una piccola colonna di mercurio, si trovò che essa è perfettamente cilindrica dallo zero fino alla divisione 70. In questo punto il calibro si ristringe un poco mantenendosi però dopo perfettamente costante per tutta la lunghezza ulteriore della capillare.

Bisogna determinare perciò il volume che corrisponde ad 1 mm., tanto sopra che sotto il punto 70.

gr. 1,2135 di Hg. a 16,2° occupano
329,2 mm. sotto il 70
337,6 » sopra il 70

di lì si calcola facilmente:
sotto il 70, il millimetro corrisponde a 0,0002719 cm^3. a 0°
sopra il 70, ... » 0,0002652 cm^3. a 0°

II. Capacità del bulbo a 0° fino allo zero della scala.

1) Il mercurio arriva alla divisione 89,2 (nel ghiaccio).
Peso corr. del mercurio gr. 30,7752.
Capacità del bulbo: 2,24206 cm^3. a 0°.

2) Il mercurio arriva alla divisione 102,0 (nel ghiaccio).
Peso corr. del mercurio gr. 30,8211.
Capacità del bulbo: 2,24205 cm^3. a 0°

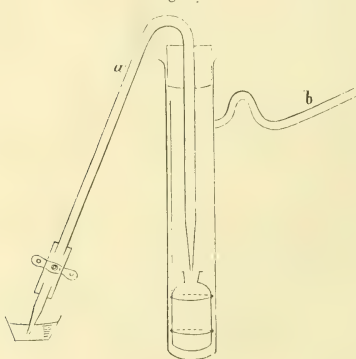
3) Fatta a distanza di 3 o 4 mesi dalle altre due, dopo eseguite tutte le osservazioni:
Il mercurio arriva alla divisione 62,0 (nel ghiaccio).
Peso corr. del mercurio gr. 30,7425.
Capacità del bulbo: 2,2432 cm^3. a 0.

III. Coefficente di dilatazione del vetro:
Capacità del bulbo a 0° = 2,24206 cm^3.
Capacità del bulbo a 99,5° = 2,24792 cm^3. B_o = 746,4

$$K = \frac{2,24792 - 2,24206}{2,24206 \cdot 99,5} = 0,0000263.$$

Valore regolarissimo per la dilatazione del vetro di soda tra 0° — 100°.

Con questi dati è facile calcolare i volumi ed i pesi specifici delle sostanze a diverse temperature; prima però di parlare delle osservazioni stesse sarà utile descrivere il metodo impiegato per riempire il dilatometro.

Fig. 2.

Per soddisfare alla condizione di riempire l'istrumento nel vuoto, si fece uso dell'apparecchio rappresentato dalla figura 2.

Dopo fusa, risolidificata e pesata una quantità di sostanza nel recipiente staccato dal dilatometro, s'introduce questo (dopo legatolo a un asticina di legno) in un tubo d'assaggio a pareti grosse, munito di un tubo laterale che conduce ad una buona pompa a mercurio. Il tubo si chiude ermeticamente con un tappo di gomma trapassato da un tubo curvo di vetro, la di cui estremità interna viene a collocarsi sopra la bocca del vaso dilatometrico. L'altra estremità, mediante un pezzo di tubo di cautchouk a grosse pareti, è unita ad un pezzetto di tubo di vetro tirato in punta che pesca

in una vaschetta con mercurio puro. Il tubo di gomma si può strozzare con una pinza a vite di pressione.

Aperta quella pinza, si collega *b* colla pompa e si comincia a fare il vuoto. Quando il mercurio è salito a $\frac{1}{3}$ circa del tubo *a*, si chiude ermeticamente la vite di pressione tenendo così stazionario il mercurio, mentre si continua a fare il vuoto. Si lascia il recipiente per circa 10 minuti nel vuoto massimo della macchina a mercurio per ottenere che l'aria esca completamente dalle spaccature microscopiche della sostanza risolidificata, nelle quali si sa che l'aria circola con grande lentezza. Poi sempre continuando a lasciar cadere il mercurio della macchina, si apre lentamente la pinza del cautchouk. Il mercurio riempie il tubo curvo e si precipita direttamente nel vaso dilatometrico, dando il ben noto urto secco del mercurio nel vuoto. Riempito completamente il piccolo vaso, tanto da avere un menisco di mercurio sporgente sugli orli del collo, si chiude la pinza e si toglie la comunicazione colla pompa facendo rientrare l'aria atmosferica.

Coll'entrare della pressione nell'apparecchio, il menisco del mercurio scende nel collo del vasetto, e si vede a occhio nudo come il mercurio soprastante viene cacciato con forza dalla pressione atmosferica, in tutti i più piccoli vuoti e crepature della sostanza, dove da sè solo non poteva penetrare.

Se questo esperimento si fa con un cilindretto di sostanze come l' impiegava Kopp, e dopo eseguite le operazioni suddette lo si prende fuori dell'apparecchio, si vede che di fuori non presenta nessun aspetto particolare; ma tagliandolo col coltello perpendicolarmente all'asse in tanti piccoli dischi, si vede che ognuno di questi dischi si mostra tutto iniettato di globuletti di mercurio disposti a forma di stella a moltissimi raggi ramificati, che nel centro si riuniscono in una goccia di metallo assai larga. Questa osservazione servirà di prova a quanto ho detto sopra, sulle cause di errore inerenti al metodo di Kopp, e dimostrerà altresì la necessità di operare nel vuoto.

Non si creda però che questa condizione basti per assicurare l'esattezza dei risultati. In seguito segnalerò altre difficoltà ch'io reputo quasi insuperabili.

Riempito come si è detto il vaso dilatometrico, lo si estrae dall'apparecchio, vi si adatta il cannello mobile, e capovolto l'istrumento, lo si fissa in un doppio bagno di glicerina munito di agitatore, e di due termometri ben concordanti ed esatti. Mediante una fiamma sottoposta, si può far variare la temperatura del bagno e tenerla a lungo costante ai punti in cui si desidera fare delle letture. I due bagni concentrici sono abbastanza alti da fare sommergere tutta quanta la capillare del dilatometro, la quale è lunga più di 250 mm.

In questo modo determinando la posizione del mercurio prima a 0°, poi a una serie di temperature fino al punto di fusione, indi subito dopo la fusione, e così via, parrebbe che si dovesse poter dedurre con grande esattezza:

1) il volume e la densità a 0°
2) il coefficente di dilatazione allo stato solido
3) la variazione di volume durante la fusione
4) la dilatazione della sostanza fusa.

Ma mi sono convinto che questo, come anche qualunque altro metodo di questo

genere, non sono atti che a fornire il peso specifico della sostanza al punto di fusione allo stato liquido, ed il coefficente di dilatazione della sostanza fusa. Riferirò alcune delle mie osservazioni per giustificare quanto ho detto.

Il dilatometro riempito come si è detto di Binitrobenzina (punto di fusione 89-89,1) e di mercurio, scaldato nel bagno mostra per molto tempo una regolare ascensione del mercurio. Verso 85° il menisco si ferma e dopo poco retrocede rapidamente di circa 110-120 mm. Intanto la temperatura diventa 90,4°, la sostanza fonde, nel bulbo non vi è traccia d'una bollicina d'aria ed il menisco durante la fusione sale rapidissimamente di circa 200 millimetri per rimanere poi fisso, finchè la temperatura non varia di nuovo.

Studiando la Bromocanfora (punto di fusione 76°), il menisco a 0° gradi con tutto l'apparecchio nel ghiaccio, stava alla divisione 180 e col riscaldamento i fenomeni, descritti ora per la Binitrobenzina, si ripetevano. Dopo completa fusione si ritorna a mettere l'apparecchio nel ghiaccio ed il menisco questa volta si ferma alla divisione 6.

Si vede dunque che apparentemente lo stesso peso di sostanza e di mercurio, nelle stessissime condizioni di temperatura, ha occupato volumi diversissimi, quando tra le due misure è avvenuta la fusione e risolidificazione.

L'unica spiegazione che si possa dare di questo fenomeno è che anche quando l'aria è completamente eliminata dall'interno della sostanza solida, la pressione atmosferica non basta per cacciare il mercurio in tutte le più sottili crepe della sostanza, ma quando queste crepe per il riscaldamento si allargano il liquido dilatometrico vi entra, tanto che pare come se la sostanza si fosse ristretta di volume. Questa ultima spiegazione fu, mi sia permesso di dirlo, data forse erroneamente da E. Wiedemann (¹) a fenomeni analoghi a quelli qui descritti ch'egli osservò in un lavoro sulla dilatazione di sali idratati.

Fatte queste osservazioni speravo che forse si sarebbe potuto evitare tali cause d'errore, fondendo la sostanza nel dilatometro stesso pieno di mercurio e di determinare il suo volume a 0°, solo dopo risolidificata nel suo contatto col mercurio.

Per quanto in questo caso, gli errori commessi si mostrassero minori di prima, essi sono tuttavia troppo rilevanti per potersi trascurare.

Riferirò anche qui alcuni dati sperimentali.

Il dilatometro riempito come sopra di sostanza e di mercurio, fu riscaldato fin sopra il punto di fusione della sostanza. Come sempre, sopra la sostanza liquefatta non vi era traccia di aria.

Raffreddato e messo nell'acqua a 10 gradi il menisco del mercurio si ferma alla divisione . . . . 201.
Rifusa la sostanza e riposto l'apparecchio nell'acqua a 10° il menisco si ferma a 235.
Ripetuta l'operazione il menisco si ferma a . . . . 220.
Ripetuta ancora il menisco si stabilisce a . . . . 243.
Ripetuta ancora . . . . 210.
Ultima ripetizione . . . . 251.

Da queste cifre si vede chiaramente che le sostanze, anche solidificandosi in seno al mercurio, non riprendono sempre le stesso volume, ma che probabilmente

(¹) E. Wiedmann, Annalen d. Phys. et Chem. 1882 XVII.

si formeranno nel loro interno piccoli vani nei quali il mercurio non penetra, secondo piccole modalità della solidificazione.

Ho cercato con apposita serie di esperimenti, di determinare se vi sia un rapporto tra il volume apparente della sostanza, e la rapidità colla quale essa si raffredda e si solidifica; ma non ho potuto rintracciare nessuna regola.

Secondo quanto ho detto è ben chiaro ch'io mi sia visto costretto a rinunziare a misure esatte del volume e della dilatazione delle sostanze allo stato solide, e che mi sia dovuto ristringere mio malgrado, alla sola misura del peso specifico delle sostanze liquide al loro punto di fusione e della loro dilatazione in prossimità di questo punto.

Io credo che volendo determinare esattamente il volume o il coefficente di dilatazione di una sostanza solida e cristallina, si debba o introdurre in un dilatometro un unico cristallo grosso trasparente e ben omogeneo della sostanza, o, operando con un cristallo piccolo ed omogeneo, determinarne le 3 dilatazioni lineari col bellissimo metodo di Fizeau delle strie d'interferenza.

Dopo le accurate ricerche di F. Krafft (¹) la determinazione della densità delle sostanze liquide al loro punto di fusione, ha acquistato un interesse speciale.

Studiando i pesi specifici degli idrocarburi altomolecolari saturi della serie grassa al loro punto di fusione, Krafft trovò che essi sono tutti, a così dire, uguali e che di più, il volume molecolare riferito al punto di fusione di questi idrocarburi, degli acetoni, e degli acidi altomolecolari della stessa serie, per un aumento di CH_2 nel peso molecolare, mostrano un aumento circa costante di 18 unità di volume.

L'autore compendia come segue le sue osservazioni: « I volumi molecolari di liquidi confrontabili termicamente e riguardo alla loro composizione centesimale, sono direttamente proporzionali al peso molecolare ».

Mi parve perciò di non piccolo interesse il ricercare se le regole trovate da Krafft fossero applicabili anche ad altri ordini di sostanze.

Per tutte le sostanze qui riferite ho determinato il volume complessivo della sostanza e del mercurio a temperature di pochissimo superiori al punto di fusione; poi, accrescendo lentamente la temperatura, ho fatto altre 5 o 6 letture a piccoli intervalli, non discostandomi in media dal punto di fusione che di 15 a 20 gradi. Con questi dati era facile sviluppare le formole d'interpolazione, mediante le quali determinare il peso specifico della sostanza al punto di fusione stesso.

Le estrapolazioni non potevano introdurre alcun errore, perchè non si estendevano mai al di là di due gradi. Nella maggior parte dei casi, la curva che esprime l'andamento del peso specifico tra le temperature osservate, è una retta, dimodochè bastava spesso di calcolare una semplice espressione della forma.

$$D_t = a + bt$$

in molti casi ho calcolato la forma

$$D_t = a + bt + ct^2$$

Per alcune osservazioni darò tutti quanti i dati dell'osservazione, più tardi per

(¹) F. Krafft, Chemische Berichte. Berlino XV 1711 e seg.

non allungare troppo, darò solo la formola finale d'interpolazione, insieme alle diverse costanti determinate.

Le sostanze qui impiegate sono tutte purissime e di punto di fusione costante.

I simboli impiegati sono:

D_t = peso specifico alla temperatura t°

t = temperatura data dal termometro

δ = Differenza tra una temperatura t e di punto di fusione

M = peso molecolare

$\frac{M}{D}$ = Volume molecolare riferito al punto di fusione.

Le formole forniscono le densità delle sostanze tra il punto di fusione e 15 o 20 gradi più in alto.

Dove altri osservatori hanno già fatto delle determinazioni esse sono indicate per potere confrontare i risultati ottenuti con metodi diversi.

1) *Binitrobenzina* $C_6H_4(NO_2)_2$, punto di fusione 89—89,1°

Osservazioni dirette:

t	mm.
89,8	91,4
90,4	94,0
94,5	110,5
98,1	125,9

Sostanza gr. 1,7219 Mercurio gr. 13,5616

$$D_t = 1,3690 - 0,000995\delta - 0,00000613\delta^2 \qquad \delta = (t - 89,1)$$

colla quale si calcola:

t	D trov.	D calcolato colla formola
89,8	1,3684	1,36833
90,4	1,3677	1,36770
94,5	1,3635	1,36350
98,1	1,3596	1,35960

$D_{98,1} = 1,3690$ M = 167,66

$$\frac{M}{D} = 122,47$$

2) *Timol* $C_{10}H_{14}O$, punto di fusione 49,2—49,3

Sostanza gr. 1,4975 Mercurio gr. 9,2020

Osservazioni:

t	mm.
51,4	62,4
54,9	80,5
58,3	98,2
64,0	130,8

$$D_t = 0,94994 - 0,00073269\delta - 0,00000173\,9\delta^2 \qquad \delta = (t - 49,3)$$

colla quale si calcola:

t	D trov.	D calcolato
51,4	0,9484	0,9484
54,9	0,9461	0,9458
58,3	0,9429	0,9431
64,0	0,9388	0,9388

$D_{49.3} = 0,9388$ $\qquad M = 149,66$

$$\frac{M}{D} = 157,55$$

3) *Acido alfatoluico* $C_6H_5 - CH_2 - COOH$, punto di fusione 76,4°

Sostanza gr. 1,7900 Mercurio gr. 8,2319

Osservazioni:

t	mm.
76,6	66,5
79,1	76,8
79,9	80,8
86,2	113,1
89,5	129,9

$D_t = 1,08475 - 0,00086082\delta + 0,0000186\delta^2 \qquad \delta = (t - 76,4)$

t	D trov.	D calcolato
76,6	1,0843	1,0845
79,1	1,0826	1,0824
79,9	1,0819	1,0818
86,2	1,0765	1,0765
89,5	1,0738	1,0738

Möller e Strecker (Annalen di Liebig 113, p. 64) trovano $D_{83} = 1,0778$
Colla mia formola si calcola . . . . $D_{83} = 1,0791$

$D_{76,4} = 1,0847$ $\qquad M = 135,68$

$$\frac{M}{D} = 125,08$$

4) *Nitrotoluene* $C_7H_7NO_2$ 1,4, punto di fusione 54.

Sostanza gr. 1,7756 Mercurio gr. 9,2169

Osservazioni:

t	mm.
55,4	78,0
59,3	95,8
62,3	110—
66,0	129,8

$D_t = 1,12316 - 0,0006843\delta - 0,0000158\delta^2 \qquad \delta = (t - 54)$

con questa formola si calcola:

t	D trov.	D calcolato
55,4	1,1225	1,1225
59,3	1,1192	1,1194
62,3	1,1169	1,1169
66,0	1,1134	1,1134

$D_{54} = 1,1231$ $\qquad$ $M = 136,71$

$$\frac{M}{D} = 121,72$$

5) *Anetol* $C_{10} H_{12} O$, punto di fusione 21,3°

Sostanza gr. 14794 $\qquad$ Mercurio gr. 10,0978

$$D_t = 0,9837 - 0,0010125\delta + 0,00001027\delta^2 \qquad \delta = (t - 21,3)$$

Saussure trova a 25° . . . . $D_{25} = 0,9849$

Secondo la mia formola si calcola $D_{25} = 0,9851$

$D_{21,3} = 0,9887$ $\qquad$ $M = 147,66$

$$\frac{M}{D} = 149,34$$

6) *Dibenzile* $C_{14} H_{14}$, punto di fusione 52,3°

Sostanza gr. 0,6397 $\qquad$ Mercurio gr. 22,6725

$$D_t = 1,0423 - 0,00029171\delta - 0,000029059\delta^2 \qquad \delta = (t - 52,3)$$

$D_{52,3} = 1,0423$ $\qquad$ $M = 181,58$

$$\frac{M}{D} = 174,21$$

7) *Naftalina* $C_{10} H_8$, punto di fusione 79,9 — 80°

Sostanza gr. 1,5058 $\qquad$ Mercurio gr. 9,7151

$$D_t = 0,9777 - 0,0002676\delta - 0,000059538\delta^2 \qquad \delta = (t - 80)$$

Kopp trova . . . . $D_{79,2} = 0,9778$

$D_{80} = 0,9777$ $\qquad$ $M = 127,7$

$$\frac{M}{D} = 130,61$$

8) *Difenile* $C_{12} H_{10}$, punto di fusione 70,5°

Sostanza gr. 1,4410 $\qquad$ Mercurio gr. 11,0337

$$D_t = 0,99606 - 0,000814\delta + 0,0000005\delta^2 \qquad \delta = (t - 70,5)$$

$D_{70,5} = 0,9960$ $\qquad$ $M = 153,64$

$$\frac{M}{D} = 154,25$$

9) *Stilbene* $C_{14} H_{12}$, punto di fusione 119,2

Sostanza gr. 1,2641 $\qquad$ Mercurio gr. 12,9330

$$D_t = 0,97075 + 0,000477\delta - 0,0002059\delta^2 \qquad \delta = (t - 119,2)$$

$D_{119} = 0,9707$ $\qquad$ $M = 179,58$

$$\frac{M}{D} = 184,99$$

10) *Fenantrene* $C_{14}H_{10}$, punto di fusione 100,5°

Sostanza gr. 1,4147 Mercurio gr. 12,6960

$D_t = 1,06305 - 0,0005\delta$ $\delta = (t - 100,5)$

$D_{100,5} = 1,0630$ $M = 177,58$

$$\frac{M}{D} = 167,05$$

11) *Ditolile* $C_{14}H_{14}$, punto di fusione 120,8 — 121°

Sostanza gr. 1,5146 Mercurio gr. 8,3046

$D_t = 0,91721 - 0,00071\delta$ $\delta = (t - 121)$

$D_{121} = 0,9172$ $M = 181,58$

$$\frac{M}{D} = 197,97$$

12) *Acenaftene* $C_{12}H_{10}$, punto di fusione 102,9 — 103°

Sostanza gr. 1,5487 Mercurio gr. 10,2895

$D_t = 1,0300 - 0,00073\delta$ $\delta = (t - 103)$

$D_{103} = 1,0300$ $M = 153,64$

$$\frac{M}{D} = 149,16$$

13) *Bibromobenzina* $C_6H_4Br_2$, punto di fusione 89,2 — 89,9

Sostanza gr. 3,0009 Mercurio gr. 8,5632

$D_t = 1,8408 - 0,0009696\delta - 0,0002023\delta^2$ $\delta = (t - 89,3)$

$D_{89,3} = 1,8408$ $M = 235,32$

$$\frac{M}{D} = 127,83$$

14) *Biclorobenzina* $C_6H_4Cl_2$, punto di fusione 55 — 55,1°

Sostanza gr. 2,0676 Mercurio gr. 8,2005

$D_t = 1,2499 - 0,000998\delta - 0,00001334\delta^2$ $\delta = (t - 55,1)$

$D_{55,1} = 1,2499$ $M = 146,56$

$$\frac{M}{D} = 117,37$$

Jungfleisch trova . . . . $D_{63} = 1,2410$

colla formola si calcola . . . . $D_{63} = 1,2411$

15) *Nitrofenol* orto 1,2 $C_6H_5NO_3$, punto di fusione 45,2°

Sostanza gr. 2,3452 Mercurio gr. 5,9306

$D_t = 1,2945 - 0,001385\delta + 0,0000295\delta^2$ $D_{45,2} = (t - 45,2)$

$D_{45,2} = 1,2945$ $M = 138,70$

$$\frac{M}{D} = 107,64$$

16) *Nitrofenol* para 1,4 $C_6H_5NO_3$, punto di fusione 114°

Sostanza gr. 2,0835 Mercurio gr. 8,6775

$D_t = 1,2809 - 0.00095\delta$ $\delta = (t - 114)$

$D_{114} = 1,2809$ $M = 138,70$

$$\frac{M}{D} = 108,28$$

17) *Acido benzoico* $C_7H_6O_2$, punto di fusione 121,2—121,4°

Sostanza gr. 2,0192 Mercurio gr. 5,3722

$D_t = 1,0800 - 0,000328\delta - 0,000111\delta^2$ $\delta = (t - 121,4)$

Kopp trova . . . . . . $D_{121,4} = 1,0823$

$D_{121,4} = 1,0800$ $M = 121,71$

$$\frac{M}{D} = 112,69$$

18) *Acido stearico* $C_{18}H_{36}O_2$, punto di fusione 69,4—69,5°

Sostanza gr. 1,6110 Mercurio gr. 5,0400

$D_t = 0,8521 - 0,00082\delta + 0,0000159\delta^2$ $\delta = (t - 69,5)$

Saussure trova per l'acido fuso $t = ?$... $D = 0,854$

Krafft trova . . . . $D_{69,2} = 0,8454$

Kopp trova . . . . $D_{70} = 0,8514$

Colla mia formola si calcola. . . . $D_{70} = 0,8517$

Coincidenze che fanno supporre esatte solo le determinazioni di Kopp e le mie.

$D_{69,5} = 0,8521$ $M = 283,38$

$$\frac{M}{D} = 332,56$$

19) *Dinitrotoluene* $C_7H_6(NO_2)_2$, punto di fusione 70,5°

Sostanza gr. 2,0739 Mercurio gr. 9.4608

$D_t = 1,3208 - 0,00088\delta$ $\delta = (t - 75,5)$

$D_{70,5} = 1,3208$ $M = 181,63$

$$\frac{M}{D} = 137,51$$

20) *Resorcina* $C_6H_6O_2$, punto di fusione 110—110,2°

Sostanza gr. 1,8885 Mercurio gr. 9,0135

$D_t = 1,17953 - 0,00082\delta$ $\delta = (t - 110,2)$

$D_{110} = 1,1795$ $M = 109,74$

$$\frac{M}{D} = 93,04$$

21) *Nitronaftalina* $C_{10}H_7NO_2$, punto di fusione 61,5°

Sostanza gr. 1,9337 Mercurio gr. 9,1195

$D_t = 1,2226 - 0,0019\delta$ $\delta = (t - 61,5)$

$D_{61,5} = 1,2226$ $M = 172,62$

$$\frac{M}{E} = 141,19$$

Dalle indicazioni fornite da altri autori possiamo ancora dedurre i dati seguenti:

Benzina C_6H_6: punto di fusione secondo Regnault $= 4,45°$

io trovo . . . . 4,3—4,5°

$D_{4,5} = 0,8945$ $M = 77,82$

$$\frac{M}{D} = 86,99$$

Fenol C_6H_6O, punto di fusione 40—41° (Calvert)

Kopp trova $D_{32,9} = 1,0597$ valore probabilmente troppo basso, Ladenburg trova:

$D_{46} = 1,0561$ $D_{56} = 1,0469$

volendo estrapolare si trova:

$D_{41} = 1,0606$ $M = 93,78$

$$\frac{M}{D} = 88,42$$

Nitrobenzina $C_6H_5NO_2$, punto di fusione 3°

$D_6 = 1,2002$ $D_{14,4} = 1,1866$ (Kopp)

Interpolando:

$D_3 = 1,2029$ $M = 122,74$

$$\frac{M}{D} = 102,03$$

Bibromobenzina orto 1,2, punto di fusione —1°

Körner (Gazzetta chimica 1874 p. 337) trova:

$D_0 = 2,003$ $D_{17,6} = 1,977$ $D_{99} = 1,858$

dimodochè

$D_{-1} = 2,000$ $M = 235,32$

$$\frac{M}{D} = 117,66$$

Per vedere se le cifre qui trovate portano a conclusioni simili a quelle di Krafft, che cioè ad una stessa differenza di composizione, corrisponde anche una stessa differenza dei volumi molecolari delle sostanze, riferiti ai punti di fusione, compareremo i volumi molecolari così calcolati di un certo numero di sostanze.

	Sostanze isomere	$\frac{M}{D}$
Ditolile	$CH_3 - C_6H_4 - C_6H_4 - CH_3$	197,97
Dibenzile	$C_6H_5 - CH_2 - CH_2 - C_6H_5$	174,21
Nitrofenol 1,4 .	$C_6H_4OHNO_2$	108,28
Nitrofenol 1,2 .	$C_6H_4OHNO_2$	107,14
Difenile	$C_6H_5 - C_6H_5$	154,25
Acenaftene . . .	$C_{12}H_{10}$	149,83
Bibromobenzina	$C_6H_4Br_2$ 1,4	127,83
Bibromobenzina	$C_6H_4Br_2$ 1,2	117,66

Sostanze omologhe

		$\frac{M}{D}$	Differenza	
Dibenzile.. . . .	$C_{14}H_{14}$	174,21	$2CH_2 = 19,96$	$CH_2 = 9,98$
Difenile..	$C_{12}H_{14}$	154,25		
Acido α toluico.	$C_8H_8O_2$	125,08	$CH_2 = 12,39$	$CH_2 = 12,39$
Acido benzoico .	$C_7H_6O_2$	112,69		
Dinitrotoluene. .	$C_7H_6N_2O_4$	137,51	$CH_2 = 15,04$	$CH_2 = 15,04$
Dinitrobenzina .	$C_6H_4N_2O_4$	122,47		
Timol	$C_{10}H_{14}O$	157,55	$4CH_2 = 69,13$	$CH_2 = 17,28$
Fenol.	C_6H_6O	88,42		
Nitrotoluene. . .	$C_7H_7NO_2$	121,72	$CH_2 = 19,69$	$CH_2 = 19,69$
Nitrobenzina. . .	$C_6H_5NO_2$	102,03		
Ditolile	$C_{14}H_{14}$	197,97	$2CH_2 = 43,72$	$CH_2 = 21,86$
Difenile	$C_{12}H_{10}$	154,25		

Valori del NO_2 — 1 *atomo di* H

		$\frac{M}{D}$	Differenze
Benzina	C_6H_6	86,99	15,10
Nitrobenzina. . . .	$C_6H_5NO_2$	102,09	20,38
Dinitrobenzina . . .	$C_6H_4(NO_2)_2$	122,47	
Fenol.	C_6H_5OH	88,42	19,84
Nitrofenol	$C_6H_4OH(NO_2)$	108,28	
Fenol	C_6H_5OH	88,42	18,72
Nitrofenol 1,2. . .	$C_6H_4OH(NO_2)$	107,14	
Nitrotoluene. . . .	$C_7H_7NO_2$	121,72	15,79
Dinitrotoluene. . .	$C_7H_6(NO_2)_2$	137,51	
Naftalina.	$C_{10}H_8$	130,61	10,58
Natronaftalina . .	$C_{10}H_7NO_2$	141,19	

Valori di H_2

		$\frac{M}{D}$	Differenze
2 Molecole di Benzina	$C_{12}H_{12}$	173,98	$19,73 = H_2$
Difenile	$C_{12}H_{10}$	154,25	
Ditolile	$C_{14}H_{14}$	197,97	$30,92 = 4H$
Fenantrene	$C_{14}H_{10}$	167,05	$15,46 = H_2$
Dibenzile	$C_{14}H_{14}$	174,21	$7,16 = 4H$
Fenantrene	$C_{14}H_{10}$	117,05	$3,58 = H_2$

Valori dell' Ossigeno

		$\frac{M}{D}$	Differenze
Fenol.	C_6H_5OH	88,42	1,43=0
Benzina	C_6H_6	86,99	
Nitrofenol 1,2. . .	$C_6H_5NO_3$	107,14	5,11=0
Nitrobenzina. . . .	$C_6H_5NO_2$	102,03	
Nitrofenol 1,4. . .	$C_6H_5NO_3$	108,28	6,25=0
Nitrobenzina. . . .	$C_6H_5NO_2$	102,03	
Resorcina	$C_6H_6O_2$	93,04	4,62=0
Fenol.	C_6H_6O	88,42	

Valori di H_2 *meno il valore della lacuna*

		$\frac{M}{D}$	Differenze
Timol	$C_{10}H_{14}O$	157,55	= + 8,21
Anetol	$C_{10}H_{12}O$	149,34	
Dibenzile	$C_{14}H_{14}$	174,21	= — 10,78
Stilbene	$C_{14}H_{12}$	184,99	

Rileviamo da quel che precede che il contributo portato al volume molecolare riferito al punto di fusione, da una stessa variazione nella composizione centesimale è ben lontano dall'essere costante.

Esso varia:

per il CH_2	da	9,98	a	21.86
per il NO_2	da	10,58	a	20,38
per H_2	da	3,58	a	19,73
per O	da	1,43	a	6,25

e per il valore di H_2 meno il valore della lacuna

da — 10,78 a + 8,21 .

Per le sostanze e le serie qui studiate non si conferma la regola enunciata dal sig. Krafft. Credo che se ne possa argomentare che il punto di fusione non sia un punto di confrontabilità fisica, fosse pure parziale, come apparisce il punto di ebollizione.

Sopra alcuni derivati dell' imide succinica.

Memoria di GIACOMO CIAMICIAN e PAOLO SILBER

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 3 febbraio 1884.

1. Imide bicloromaleica.

In una Memoria (¹) presentata a questa Accademia nella scorsa estate, abbiamo descritto una serie di reazioni, che permettono di trasformare la pirocolla ossia l' anidride dell'acido carbopirrolico nell' imide dell' acido bicloromaleico. Quest'ultima sostanza può pure ottenersi, trattando l' imide succinica con cloro; noi abbiamo perciò continuato lo studio di alcuni derivati di questa sostanza e pubblichiamo qui sotto i risultati ottenuti, acciocchè possano servire di complemento alla Memoria suaccennata.

Avendo avuto occasione di preparare considerevoli quantità di imide bicloromaleica, abbiamo trovato, che per avere migliori rendimenti, giova di non trattare col cloro più di 25 gr. di succinimide per volta; operando poi nella maniera da noi descritta si ottengono 15 gr. di imide bicloromaleica pura, che corrispondono al 52 % della sostanza impiegata.

Lasciando svaporare spontaneamente e lentamente una soluzione alcoolica di bicloromaleinimide si ottengono dei cristalli bene sviluppati, che furono studiati dall' ing. sig. G. La Valle, il quale ebbe la gentilezza di comunicarci i risultati delle sue misure:

« Sistema cristallino: Trimetrico

« a : b : c = 0,99224 : 1 : 1,59336

« Forme osservate: (001) (010) (100) (334) (111)

« Combinazioni: idem.

Angoli	calcolati	misurati
« 334 : $\bar{3}$34	*	75° 24′
« 334 : 001	*	59° 29′
« 334 : 010	52° 38′ 34″	52° 23′
« 001 : 111	66° 9′	66° 19′

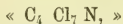
« Sfaldatura facile e mediocre parallela a (001), su tal faccia (001) si osserva la « figura d' interferenza biasse ad angolo degli assi ottici piccolissimo tanto che « differisce pochissimo da quella dei corpi uniassi ».

(¹) Vedi la nostra Memoria, *Studi sui composti della serie del pirrolo. V. I derivati della pirocolla* (Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. 3ª serie; vol. XV, pag. 265).

2. Azione del pentacloruro di fosforo sull' imide bicloromaleica.

Nella nostra Memoria già citata parlando della sintesi del tetracloropirrolo per mezzo della bicloromaleinimide, noi abbiamo accennato che trattando questa sostanza con pentacloruro di fosforo a temperatura elevata, si ottiene un composto semisolido, il quale dà per riduzione con zinco ed acido acetico il tetracloropirrolo. Noi abbiamo studiato questo composto intermedio, e siamo ora in grado di darne una descrizione completa.

Si riscaldano in tubi chiusi 4 gr. di bicloromaleinimide con circa 15 gr. di pentacloruro di fosforo per 20-25 ore verso i 200°. Il contenuto dei tubi, che è liquido, ad eccezione di un poco di pentacloruro rimasto inalterato, viene versato con precauzione nell'acqua e la soluzione ottenuta, distillata con vapor acqueo. Il liquido che resta indietro è colorato in giallo e contiene oltre alle sostanze minerali, un po' di materia resinosa, dell' imide bicloromaleica rimasta inalterata e dell'acido bicloromaleico. Il liquido oleoso che passa assieme al vapor acqueo si trasforma per raffreddamento in una massa semisolida, che ha un odore pungente, che ricorda quello della canfora, e che viene separata dall' acqua estraendola con etere. Se si tratta una piccola porzione della materia così ottenuta con poca acqua bollente, la maggior parte ne rimane indisciolta in forma di un olio pesante, però per raffreddamento si vedono separarsi dalla soluzione acquosa degli aghi lunghi, che furono riconosciuti essere dell'imide bicloromaleica rimasta inalterata e trasportata in piccola quantità dal vapor acqueo. Per separare la nuova sostanza dall' imide che l'accompagna, si fa bollire il miscuglio con molta acqua in un apparecchio a ricadere, e si filtra la soluzione un po' raffreddata, dall' olio rimasto indisciolto, col quale si ripete questo trattamento per una seconda ed una terza volta. Per ultimo si distilla ancora una volta la materia così purificata, con vapor acqueo, si raccoglie la massa oleosa solidificata sopra un filtro e la si secca sull'acido solforico. Il composto così ottenuto viene spremuto fra carta, per liberarlo da alcune tracce di una materia, che rimane liquida, e che noi non abbiamo studiato più oltre, e siccome è deliquescente nei solventi ordinarî, lo si purifica distillandolo a pressione ridotta. Esso passa costantemente a 143°-144° ad una pressione di circa 20 mm. Il nuovo corpo così ottenuto forma una massa bianca e opalina, molle come la cera che fonde a 70-73°.

Esso ha la formola:

$$« C_4 Cl_7 N, »$$

alla quale corrisponde la seguente determinazione di cloro:

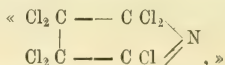
0,2344 gr. di sostanza diedero 0,7593 gr. di Ag Cl.

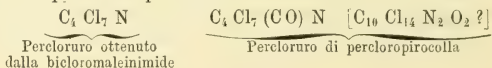
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_4 Cl_7 N$
Cl	80,12	80,03

Il percloruro ottenuto nel modo descritto dalla imide bicloromaleica è solubilissimo nell' alcool, etere ed acido acetico glaciale ed è quasi insolubile nell'acqua anche bollente. Bollito con potassa non si scioglie nè sviluppa ammoniaca, resiste

del pari all'azione dell' acido acetico diluito senza trasformarsi nell' imide da cui deriva. L'acido acetico diluito e polvere di zinco, come pure l'acido cloridrico e zinco lo trasformano facilmente in *Tetracloropirrolo.* Se viene distillato a pressione ordinaria passa costantemente a 261° a 754 mm., scomponendosi in piccolissima parte con sviluppo di cloro; il distillato resta lievemente colorato in giallo. Noi crediamo che questo corpo abbia la seguente costituzione:

$$\text{« } \begin{array}{l} Cl_2C \text{ —— } CCl_2 \diagdown \\ \quad | \qquad\qquad\qquad\quad N \\ Cl_2C \text{ —— } CCl \,/\!\!/ \end{array} \text{ , »}$$

che a nostro avviso spiega sufficientemente il suo comportamento. Crediamo inoltre che non sia del tutto privo d' interesse, di ricordare ch' esso somiglia moltissimo, per le sue proprietà chimiche ed in parte anche fisiche, al percloruro di percloropirocolla da noi descritto nella Memoria citata, come si rileva anche comparando le formole di questi due percloruri:

C_4Cl_7N	$C_4Cl_7(CO)N$ $[C_{10}Cl_{14}N_2O_2?]$
Percloruro ottenuto dalla bicloromaleinimide	Percloruro di percloropirocolla

3. Azione dell' idrogeno nascente sul percloruro « C_4Cl_7N » e sul tetracloropirrolo.

Come si è detto più sopra il composto C_4Cl_7N viene facilmente trasformato dall' idrogeno nascente in tetracloropirrolo. Noi abbiamo tentato di eliminare il cloro da quest' ultima sostanza e di trasformarla in pirrolo; abbenchè le nostre esperienze non ci abbiano dato finora il risultato desiderato, pure crediamo utile di accennarle brevemente. Se si tratta il tetracloropirrolo in soluzione alcalina o in soluzione di acido acetico con amalgama di sodio, oppure se lo si fa bollire con potassa della solita concentrazione e con polvere di zinco, non avviene nessuna reazione degna d'esser notata. Per intaccare il tetracloropirrolo bisogna adoperare una soluzione di potassa bollente quasi satura a caldo e polvere di zinco. Si nota allora uno sviluppo d'ammoniaca e si vede separarsi dal liquido acquoso uno strato di un liquido oleoso più leggero. I vapori di questo hanno l'odore caratteristico del pirrolo ed arrossano vivamente una scheggia d'abete bagnata d'acido cloridrico. Dopo circa 8 ore di ebollizione, durante la quale si ha cura di aggiungere nuova quantità di zinco, man mano che questo si va sciogliendo nella potassa, si interrompe l'operazione, si diluisce con acqua e si distilla con vapore. Passa un olio, che separato dall'acqua per mezzo dell'etere, e seccato, ha quasi tutte le proprietà caratteristiche del pirrolo; esso è però più denso dell'acqua e contiene ancora del cloro. Il composto così ottenuto è oltremodo instabile, e non ci fu possibile di distillarlo anche a pressione ridotta, senza che al più lieve riscaldamento si decomponesse totalmente con sviluppo d' acido cloridrico. Noi non dubitiamo che questa sostanza sia un derivato del pirrolo meno clorurato del tetraclorocomposto.

Trattando il percloruro C_4Cl_7N con acido jodidrico e fosforo si ottiene una materia resinosa rosso-bruna, che probabilmente non è altro che il « *rosso di pirrolo* ».

4. Azione del bromo sull' imide succinica.

Kisielinski [1] ottenne, facendo agire il bromo sull' imide succinica, l' imide monobromofumarica ed un corpo fusibile a 225° da lui riguardato come un *imide bibromosuccinica.* Avendo noi ottenuto per azione del cloro sulla succinimide l'imide bicloromaleica [2] oltre ad un imide monoclorofumarica, abbiamo creduto necessario di preparare di nuovo il composto descritto da Kisielinski, tanto più che egli si limitò a determinarne il bromo e l' azoto, e non il carbonio e l' idrogeno mentre in questo caso quest' ultimo è il solo che possa servire a decidere la questione. I risultati delle nostre esperienze, che esponiamo qui sotto, hanno confermato i nostri dubbî, ed il composto preparato da Kisielinski fusibile a 225°, non è altro che *l' imide bibromomaleica.*

Per ottenere questa sostanza non è necessario di riscaldare l' imide succinica con bromo in tubi chiusi; noi abbiamo operato nel seguente modo: Si fa gocciolare, per mezzo di un piccolo imbuto a robinetto, la quantità calcolata di bromo (25 gr.), sull' imide succinica (10 gr.) riscaldata in un palloncino a circa 160°, in un bagno ad olio. Si sviluppano subito vapori di acidobromidrico e nel periodo di circa un' ora l' operazione è terminata. Se si aggiunge lentamente il bromo, i vapori di questo non vengono trascinati dall' acido bromidrico che si va man mano svolgendo. Il contenuto del pallone dopo il raffreddamento è formato da una massa cristallina bruna, oltre ad un poco di materia sublimata alle pareti. Si digerisce la massa polverizzata, per alcune ore, con circa mezzo litro d' acqua, si filtra e si lava ripetutamente. Il residuo insolubile fu fatto cristallizzare alcune volte dall' alcool bollente, aggiungendo carbone animale, e si ottenne così allo stato di perfetta purezza. Da 10 gr. di succinimide se ne hanno 6 di questa sostanza.

La seguente analisi dimostra che il corpo in questione ha realmente la composizione

dell' imide bibromomaleica ($C_4 Br_2 O_2 NH$):

0,9296 gr. di materia dettero 0,6416 gr. di CO_2 e 0,0430 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato da C. e S.	trovato da Kisielinski	calcolato per $C_4 Br_2 O_2 NH$	calcolato per $C_4 Br_2 H_2 O_2 NH$
C	18,81	—	18,82	18,68
H	0,51	—	0,39	1,17
Br	—	62,2	62,74	62,26
N	—	5,4	5,49	5,45

La bibromomaleinimide forma dei cristalli lievemente colorati in giallo, fusibili a 225° ed ha tutte le proprietà descritte da Kisielinski. E facilmente solubile nell' etere e nell' alcool bollente dal quale si separa per raffreddamento. Nell' acqua fredda è insolubile ed anche in quella bollente non si scioglie che in piccola quantità.

[1] Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissenschaften 74, II Abth., 561.

[2] Vedi più sopra e la nostra Memoria già citata.

Lasciando svaporare lentamente una soluzione alcoolica di questa sostanza si ottengono dei cristalli bene sviluppati che si possono pure produrre facilmente impiegando l'acetone invece dell'alcool. L'ing. sig. G. La Valle che volle studiarli cristallograficamente ci comunica quanto segue:

« Sistema cristallino: Monoclino

« a : b : c = 1,434208 : 1 : 0,964913

« $\eta = 119° 59'$

« Forme osservate: (100) (001) (110) ($\bar{1}11$).

« Combinazioni (100) (001) (110) ($\bar{1}11$), (100) (110) ($\bar{1}11$).

« Angoli	calcolati	misurati
« 110 : 100	*	51° 10′
« 100 : 001	*	60° 1′
« 001 : $\bar{1}11$	*	56° 55′
« 110 : 001	71° 44′ 16″	71° 30′
« $\bar{1}10$: $\bar{1}11$	51° 20′ 44″	51° 30′
«		

« Sfaldatura perfetta e facilissima parallela a (001).

« Piano degli assi ottici (010). Bisettrice acuta positiva normale alla faccia 001.

« Dispersione inclinata insensibilissima. $\rho < \nu$.

« Fra i cristalli studiati ottenuti dall'acetone si sono trovati dei gemelli ad « asse di geminazione normale a (001) ».

La soluzione ottenuta pel trattamento con acqua del prodotto greggio, che fu separata per filtrazione dalla bibromomaleinimide or descritta, venne agitata con etere, che serve ad estrarre una materia cristallina solubile nell'alcool, cloroformio ed acido acetico glaciale. Questa sostanza fonde, dopo esser stata purificata mediante una serie di cristallizzazioni e di sublimazioni, a 150-151° e corrisponde nelle sue proprietà *all' imide monobromofumarica* ottenuta da Kisielinski e da lui descritta.

La soluzione acquosa separata dall' estratto etereo, che secondo le osservazioni di Kisielinski deve contenere dell' acido fumarico non fu da noi studiata ulteriormente, non avendo le nostre ricerche avuto altro scopo, che quello di stabilire la costituzione della sostanza fusibile a 225°.

5. Azione della potassa sulla bibromomaleinimide.

Noi abbiamo studiato l'azione della potassa sul composto ottenuto per azione del bromo sulla succinimide, nella speranza d'ottenere l'acido bibromomaleico di Kekulé e Hill, per potere così, determinando la costituzione di questa imide bibromurata, togliere gli ultimi dubbî sulla natura dell' imide biclorurata che si forma nella scomposizione della pirocolla, e che noi abbiamo ottenuto trattando la succinimide con cloro.

Si fa bollire l'imide bibromurata fusibile a 225°, con potassa acquosa fino che cessa lo sviluppo d' ammoniaca, si acidifica con acido solforico e si estrae con etere il liquido raffreddato. Svaporando l'estratto etereo si ottiene un liquido sciropposo che si solidifica dopo qualche tempo e che non è altro che *l'acido bibromomaleico*

ottenuto da Kekulé dall' acido succinico e da Hill dall' acido piromucico. Distillandolo in una corrente di anidride carbonica si ottiene *l'anidride* corrispondente che venne purificata per sublimazione; essa è solubile nell' etere, alcool, e nell' solfuro di carbonio e fonde in concordanza con le osservazioni di Hill (') a 114°-115°. Diede all' analisi i seguenti risultati:

I. 0,5374 gr. di sostanza diedero 0,3688 gr. di CO_2 e 0,0092 gr. di HO_2.

II. 0,3036 gr. di sostanza diedero 0,4453 gr. di Ag Br.

In 100 parti.

	trovato		calcolato per $C_4 Br_2 O_3$
	I	II	
C	18,72	—	18,75
H	0,18	—	—
Br	—	62,41	62,50

Trattando l' anidride con acqua, si trasforma lentamente nell'acido e lasciando svaporare spontaneamente la soluzione ottenuta si ottengono dei cristalli fusibili a 123-125°, che è il punto di fusione dell' acido bibromomaleico. Hill trovò 120-125°.

Il sale baritico, ottenuto saturando la soluzione acquosa dell'acido con carbonato baritico, cristallizza in concordanza colle osservazioni di Hill con due molecole di acqua di cristallizzazione, che incomincia a perdere stando sull' acido solforico. Forma delle tavole rombiche.

0,3576 gr. di questo sale seccato all'aria diede 0,1860 gr. di $Ba SO_4$.

In 100 parti.

	trovato	calcolato per $C_4 Br_2 Ba O_4 + 2 OH_2$
Ba	30,59	30,79

Il sale argentico, ottenuto in forma di piccoli prismi, trattando una soluzione acquosa dell'acido libero con nitrato argentico, è poco solubile nell' acqua e si scompone con forte detonazione se viene riscaldato.

Avendo dunque dimostrato che l' imide bibromurata che si ottiene trattando la succinimide con bromo è l' imide bibromomaleica, crediamo di poter affermare con certezza, che l' imide biclorurata, ottenuta dalla pirocolla ed identica a quella preparata per azione del cloro sull' imide succinica, è l' imide bicloromaleica e l'acido che ne deriva l'acido bicloromaleico.

(') Berl. Ber. XIII, 734.

Sulle relazioni esistenti tra il potere rifrangente e la costituzione chimica dei composti organici.

Memoria di R. NASINI e O. BERNHEIMER

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 4 maggio 1884.

Tra le numerose relazioni che, specialmente in questi ultimi tempi, si è cercato di stabilire fra le proprietà fisiche e la costituzione chimica delle combinazioni organiche quelle che riguardano il potere rifrangente sono senza dubbio le meglio studiate e quelle che sembrano offrire un maggior grado di certezza.

Un rimprovero che assai spesso si fa a tal genere di lavori di chimica fisica è la variabilità delle proprietà fisiche che si comparano. Quelle così dette costanti, i cui valori numerici servono a stabilire le leggi o regole che voglia dirsi, assumono dei valori del tutto diversi quando si variano le condizioni della esperienza e le regolarità bene spesso o non si manifestano più o si manifestano anche in modi perfettamente opposti. Nel caso della rifrazione è sembrato che tale obbiezione non possa aver luogo, giacchè in questo campo si è creduto e si crede di avere delle vere costanti, dipendenti solo dalla composizione e costituzione del composto e indipendenti affatto dalle condizioni fisiche di esso e dal modo di esperimentare. È noto che una sostanza ha un numero indefinito di indici di rifrazione variando essi colla temperatura e colla pressione non solo, ma ancora colla lunghezza d'onda dei raggi che si rifrangono: ora delle relazioni da lungo tempo stabilite fra gli indici di rifrazione e la densità dei corpi permettono di trovare delle espressioni che non dipendono quasi affatto dalla temperatura e, più generalmente ancora, dallo stato fisico di essi. Altre relazioni poi tra le lunghezze d' onda e gli indici relativi permettono, o almeno si è creduto che permettessero, di non tener conto del colore dei raggi luminosi, o, in altri termini, della dispersione. E per gli studî comparativi si è usato appunto di considerare tali costanti, chiamate potere rifrangente specifico o rifrazione specifica, sulle quali, ripetiamo, non avrebbero influenza nè lo stato fisico del corpo, nè il colore dei raggi che si rifrangono. Fu trovato che quando si mescolano due liquidi il potere rifrangente specifico del miscuglio è uguale alla somma dei poteri rifrangenti specifici dei componenti, ossia che ciascuno porta il suo potere rifrangente specifico proporzionalmente alla quantità in cui entra nel miscuglio. Si pensò allora se, sotto il punto di vista della rifrazione, potessero i composti riguardarsi come semplici mescolanze di atomi, si fece cioè l'ipotesi che ogni atomo portasse nel composto un contributo fisso ed invariato di rifrazione, diverso soltanto a seconda delle qualità

dell'atomo medesimo: il potere rifrangente della molecola, potere rifrangente molecolare, sarebbe allora stato la somma dei poteri rifrangenti degli atomi componenti, dei poteri rifrangenti atomici. Verificandosi tale ipotesi naturalmente il potere rifrangente specifico di un composto moltiplicato pel peso molecolare doveva essere uguale alla somma dei poteri rifrangenti atomici, ossia alla somma dei prodotti dei poteri rifrangenti specifici degli atomi moltiplicati pel rispettivo peso atomico (potere rifrangente atomico) e pel numero col quale figurano nella molecola. Data una serie di composti formati dagli stessi elementi in diverso modo aggruppati questi valori atomici si venivano facilmente a determinare. Si cercò di stabilire quanto questa ipotesi corrispondesse ai fatti. I primi studî versarono sui composti della serie grassa e si trovò una piena conferma di quanto s'era supposto: si ottennero dei numeri che rappresentavano la rifrazione atomica degli elementi ed infatti dalla loro somma ne risultava il potere rifrangente della molecola identico, o quasi, a quello che l'esperienza dava direttamente.

E, quello poi che è più notevole, tali valori, oltre a soddisfare pienamente per tutti i composti della serie grassa, erano anche identici a quelli ottenuti in modo analogo, ma direttamente dagli elementi gassosi (idrogeno e ossigeno) e dal carbonio (diamante). A questo interessante resultato condussero dunque i primi studî, a far ritenere cioè che nella serie grassa ogni atomo porta con sè nella molecola il suo contributo invariato di rifrazione, precisamente come porta con sè invariato il suo contributo in peso: si comportano gli atomi come se fossero semplicemente mescolati: sotto il rapporto della rifrazione non differisce la mescolanza dalla combinazione e la costituzione molecolare non modifica punto il valore delle costanti: tutto dipende dalla qualità e dalla quantità degli atomi o, per dir meglio, dalla composizione centesimale. Però le eccezioni non tardarono a comparire. Anche per la serie grassa si vide che non sempre a una differenza costante di composizione corrisponde una costante differenza nella rifrazione molecolare: vi sono delle anomalie, piccole è vero, ma nondimeno tali da non potersi attribuire ad errori di osservazione: per sostanze poi di altre serie si trovarono notevolissime differenze [1]. Mostrò poi Gladstone [2] che una estesa serie di corpi, derivati aromatici e terpeni in modo speciale, non obbediscono alle leggi stabilite per la serie grassa: la rifrazione molecolare trovata è sempre assai più grande di quella calcolata. Si constatarono tra i due valori delle differenze di qualche unità, talvolta maggiori anche di dieci, mentre gli errori sperimentali non potevano portare variazioni che di una unità al più quando anche si fossero usati metodi non esattissimi per le determinazioni. Così stabilivasi intanto che non sempre gli atomi entrano nella molecola portando un contributo fisso di rifrazione, ma che in qualche caso quell'insieme che si chiama costituzione poteva influire sulla grandezza delle costanti. Questo fu il primo passo. Si cercò poi di scoprire se queste variazioni fossero regolate da qualche legge. E poichè Gladstone aveva trovato essere appunto i derivati aromatici quelli che offrono tali particolarità

[1] Pogg. Ann. CXXII, 545 (1864).
[2] Proc. r. Soc. London, XVIII, 9 (1870).

egli credette doversi ritenere il nucleo benzolico come una entità speciale dotata di potere rifrangente assai elevato: non era questa una spiegazione, ma soltanto un constatare con linguaggio chimico il fatto. E qui sembra a noi che la via tenuta in seguito non sia perfettamente sicura. Sino a che si credette che ogni atomo porti il suo contributo invariato nella molecola, niente di strano: le esperienze sembravano giustificare tale modo di vedere. Ma quando si stabilì che la costituzione poteva modificare il valore di queste rifrazioni atomiche a noi sembra che non si avesse più il diritto di mantenere l'ipotesi non solo, ma di estenderla anche, modificata, a quei casi in cui essa nella primitiva sua forma non si verificava. Si pretese di spiegare tutto mediante le così dette formole di struttura, le quali non rappresentano in realtà niente che abbia relazione colla vera costituzione della molecola. E non solo questo ma, volendosi mantenere in un certo modo l'antica ipotesi della costanza nella rifrazione, non si ammise che per una certa differenza di struttura veniva modificata, poco o molto, la rifrazione specifica di tutti i componenti della molecola, ma invece si suppose che la modificazione la provassero tutta gli atomi, o al più le coppie di atomi posti accanto, che avevano cambiato o di capacità di saturazione o di funzione chimica. Così fu trovato una differenza *presso a poco* costante tra la rifrazione molecolare degli alcool e quella delle aldeidi, tenuto conto ben inteso dei due atomi d'idrogeno in meno: non si suppose che fosse avvenuto un cambiamento per cui tutti gli atomi costituenti variavano di rifrazione, sia pure per piccole frazioni, ma sibbene che l'ossigeno avesse aumentato solo di rifrazione o al più che il gruppo $C=O$ avesse un potere rifrangente maggiore del gruppo $C-O-$, tutto il resto rimanendo perfettamente costante. Tale ipotesi, talvolta senza che paia, ha sin qui guidato tali studî: come si attribuì un valore costante alla rifrazione degli atomi, se ne attribuì pure uno costante all'ossigeno aldeidico o al gruppo $C=O$, un altro a quello alcoolico o al gruppo $C-O-$, altro al carbonio secondo che è unito per una, due o tre atomicità ad un altro atomo di carbonio o più generalmente ai gruppi $C-C$, $C=C$, $C\equiv C$. E con tali grossolane differenze nella così detta struttura, le uniche del resto di cui ci si occupi in chimica, si volle spiegare tutto quello che riguarda la rifrazione.

E, notiamo che se questa ipotesi non si fosse voluta ad ogni costo conservare, quando essa era in difetto si sarebbe cercato di spiegare altrimenti le anomalie: invece quando i risultati non erano d'accordo o si sono le differenze attribuite ad errori di osservazione, mentre in realtà di gran lunga li eccedevano o si sono cambiate le formole di struttura determinate il più spesso con tutta sicurezza chimica. Era la formula di struttura che doveva dimostrar vera la legge, invece, essendosi questa trovata in mancanza, si modificò la formula! Ma veniamo al concreto. Una spiegazione la quale sino a questi ultimi tempi si è creduto corrispondere pienamente ai fatti è quella data da I. W. Brühl [1]. In una serie di lavori condotti con molta

[1] Mentre questa Memoria era in corso di stampa è comparso un lavoro di Gladstone (Journ. Chem. Soc. Juli, 1884) in cui sono sviluppate delle interessantissime vedute sopra la rifrazione atomica più elevata del carbonio. Uno di noi si riserva di discutere tra breve questo argomento.

esattezza [1] Brühl si propose di indagare e di precisare quando veramente si notavano questi aumenti nella rifrazione molecolare. Considerò come normale la rifrazione molecolare dei composti della serie grassa e quindi come rifrazioni atomiche normali degli elementi quelle che soddisfano per tale serie e che, come si è detto, coincidono con i valori tratti direttamente dagli elementi. Brühl rifece anche alcune delle esperienze di Gladstone giacchè, a confessione dell'autore stesso, non erano molto esatte e trovò i resultati seguenti: per tutti i composti della serie grassa la rifrazione è normale: le differenze tra i valori calcolati e i trovati sono assai piccole e in molti casi rientrano nei limiti degli errori sperimentali: per i composti della serie oleffinica della formula generale $C_n H_{2n}$ si ha tra i due valori una differenza costante di 2,4 o di 2 secondo che si comparano le costanti relative alla riga α dello spettro dell'idrogeno o alla costante A della formula di Cauchy. Gladstone invece aveva trovata normale la rifrazione di tali composti. Per le combinazioni appartenenti alla stessa serie ma della formula generale $C_n H_{2n-2}$, ossia con due doppî legami, Brühl constatò un aumento presso a poco doppio dell'altro e finalmente poi per i derivati del benzolo trovò in media un aumento di 7, 2 e respettivamente di 6 o in altri termini un aumento triplo. Inoltre stabilì che per i derivati del propargile, appartenenti pure al tipo $C_n H_{2n-2}$ ma dove si suppone esservi un legame acetilenico, si ha un aumento minore di 2,4 e respettivamente di 2 (1,9 e 1,8) e finalmente che l'ossigeno aldeidico fa crescere pure la rifrazione molecolare e di una quantità costante paragonato a quello alcoolico. Ora disse Brühl: nella serie delle oleffine $C_n H_{2n}$ si ammette, come unica differenza da quella $C_n H_{2n-2}$, esservi un doppio legame o una lacuna tra due atomi di carbonio consecutivi; e nella stessa serie per i composti del tipo $C_n H_{2n-2}$ se ne ammettono due: l'aumento della rifrazione sarà dunque dovuto al doppio legame e, poichè un aumento è doppio dell'altro, ne concluse che ogni doppio legame o lacuna aumenta di 2,4 e respettivamente di 2 la rifrazione molecolare. Quanto ai derivati del benzolo essendo di 7,2 e respettivamente di 6 la differenza ciò significa che vi sono contenuti tre doppî legami e concluse anche, senza appoggiare la conclusione a nessun fatto esperimentale, che il riunirsi degli atomi di carbonio in catena chiusa, come si suol dire, non altera la rifrazione molecolare, ove anche non sieno presenti doppî legami. Tale ragionamento sembra a noi alquanto vizioso: essendo 7,2 e 6 l'aumento lo si attribuisce tutto ai doppî legami e si deduce esservene tre: si conclude poi che il riunirsi degli atomi in catena chiusa non altera la rifrazione giacchè è di 7,2 e 6 soltanto la differenza. Quanto all'ossigeno stabilì Brühl, in analogia col carbonio, che quando esso per le sue due valenze è attaccato a uno stesso atomo di carbonio ha una rifrazione atomica maggiore che quando è unito con atomi o gruppi differenti. Tale è l'ingegnosa ipotesi di Brühl. Quanto alla parte sperimentale veramente potrebbe dirsi che le differenze tra i valori normali calcolati e quelli trovati sono ben lungi dall'essere uguali per ogni serie anche tenendo conto degli inevitabili errori di osservazione: ciò specialmente per i derivati del benzolo pei quali tali differenze oscillano tra 6,2

[1] Liebig's Annalen, CC, 139; CCIII, 1 (1880),

e 8,2 per la riga H_α e tra 5,3 e 6,7 per la costante A: come si vede gli incrementi differiscono tra loro quasi per una quantità uguale al valore che si attribuisce al doppio legame, mentre gli errori di osservazione non potrebbero portare differenze che di 0,3 — 0,7 al più. Per le altre serie si ha una maggiore regolarità, ma è da notarsi che dei composti a due legami oleffinici non ne furono studiati che due. Altre ricerche confermarono poi pienamente l'ipotesi di Brühl e precisamente quelle eseguite da esso medesimo [1] sui derivati degli acidi metacrilico e crotonico, quelle di Gladstone [2] sugli eteri degli acidi mesaconico e citraconico e quelle di Kanonnikoff [3] sopra diversi composti della serie allilica e sopra alcuni terpeni. Per alcuni di questi terpeni veramente fu trovato che l'incremento non era quello che si sarebbe potuto prevedere tenendo conto della formula di costituzione più generalmente ammessa: ma poichè tali formule sono, per questi composti, assai ipotetiche così questo disaccordo non contraddiceva in fondo alla ipotesi di Brühl. Stabilivansi così delle relazioni di una sorprendente semplicità: gli elementi monovalenti portano il loro contributo fisso di rifrazione nella molecola: quanto agli atomi degli elementi polivalenti essi non hanno un potere rifrangente invariabile, bensì questo cambia soltanto secondo che essi sono uniti o per una o per più atomicità con un altro elemento: più sono le atomicità per cui un atomo è unito ad un altro e più elevata è la sua rifrazione; che la sua capacità di saturazione si conservi o no non avrebbe avuto secondo Brühl alcuna influenza. La rifrazione molecolare sarebbe una funzione solo della qualità degli atomi e del numero delle valenze che essi scambiano tra di loro. Giova però notare che tale ipotesi dell'aumento progressivo di rifrazione era contraddetta in parte dalle esperienze di Brühl medesimo sui derivati del propargile pei quali egli dovette ammettere una costituzione assolutamente improbabile. Le ricerche eseguite dá uno di noi [4] sulla rifrazione atomica dello zolfo, se da un lato appoggiarono le vedute di Brühl giacchè stabilirono che lo zolfo si comporta in molti composti organici perfettamente come l'ossigeno, mostrarono dall'altro lato però che le cose non erano in tutti i casi così semplici come si era supposto. Si trovò che per alcune combinazioni ossigenate dello zolfo la rifrazione molecolare calcolata è molto maggiore di quella trovata, la qual cosa l'ipotesi di Brühl non faceva prevedere, giacchè in tali composti non vi erano legami più semplici che negli altri: a quale causa debbano attribuirsi queste anomalie resta ancora a decidersi.

Mossi dai dubbî che siamo venuti esponendo sulla legittimità e la generale applicabilità delle regole di Brühl noi ci accingemmo al lavoro allo scopo appunto di verificare se, anche limitandosi ai composti di carbonio, ossigeno, idrogeno e alogeni, sono proprio soltanto i doppî legami che fanno aumentare la rifrazione. Lo studio delle sostanze che ne contengono quattro, come lo stirolo, l'anetolo e l'alcool

[1] Berl. Ber., XIV, 2797 (1881).
[2] Loco citato, XIV, 2736 (1881).
[3] Loco citato, XIV, 1697 (1881).
[4] R. Nasini, *Ueber die Atomrefraktion des Schwefels*. Berl. Ber. XV, 2878 (1882) e *Sulla rifrazione atomica dello zolfo*. Gazz. chimica, t. XIII pag. 298 (1883).

cinnamico, o cinque, come i derivati della naftalina, e uno studio più esteso dei derivati aromatici ci parvero opportuni per risolvere la questione. Vero è che Gladstone già ha detto che per la naftalina l'incremento è 14 e per l'anetolo 12. Le sue esperienze però sono state fatte sopra soluzioni ed è noto che è dubbio ancora se dalle soluzioni si possa ricavare il vero potere rifrangente di una sostanza: di più i risultati delle sue esperienze, a confessione sua, si debbono riguardare soltanto come approssimativi [1] ed infatti Brühl pote' poi mostrare essere inesatte tutte le determinazioni eseguite dallo scienziato inglese sulle oleffine. È perciò che noi abbiamo creduto opportuno di fare nuove esperienze tanto più che qui più che altrove sono necessarie misure per quanto si può esattissime. Cercammo poi anche di risolvere un'altra questione se cioè il riunirsi degli atomi di carbonio in catena chiusa non faccia aumentare la rifrazione molecolare, la qual cosa come dicemmo fu supposta non dimostrata da Brühl.

Prima di venire a parlare dei metodi seguiti per le ricerche crediamo necessario dire qualche cosa delle costanti da noi adoperate per il calcolo delle esperienze. Da Gladstone e Landolt fu mostrato che, essendo n l'indice di rifrazione di una sostanza e d la sua densità alla stessa temperatura, l'espressione $\frac{n-1}{d}$ è presso a poco costante, indipendente cioè dalla temperatura. Wüllner [2] fece a questo proposito esperienze esattissime e trovò che, se non esiste tra $n-1$ e d una proporzionalità assoluta, si poteva però ritenere che, per intervalli non tanto grandi di temperatura, l'espressione varia ben poco non avvertendosi che nella quarta cifra decimale le differenze: le quali peraltro non potevano attribuirsi ad errori di osservazione, sia per il loro valore assoluto, essendo gli indici e le densità determinati con grande esattezza, sia perchè si manifestano sempre nello stesso senso, cioè i valori di $\frac{n-1}{d}$ diminuiscono al crescere della temperatura. Quando però si tratta di grandi intervalli e specialmente poi di comparare una medesima sostanza in stati fisici diversi, la formula non dà più resultati esatti: si hanno differenze anche di più unità nella seconda decimale, numeri insomma del tutto diversi. Ma lasciando stare le ricerche sui vapori, per molte delle quali si possono sollevare dei dubbî, si ammise che la espressione $\frac{n-1}{d}$ si potesse ritenere come costante e di questa si servirono Gladstone, Landolt, Brühl e gli altri nei loro lavori. Non si paragonarono però questi valori, che rappresentano la rifrazione specifica della sostanza, ma bensì il prodotto di questi pei respettivi pesi molecolari $P\frac{n-1}{d}$, alla quale espressione fu dato il nome di potere rifrangente molecolare. In base a questa formula furono stabilite da Landolt, Haagen e Brühl le rifrazioni atomiche di C, O, H, degli alogeni e dei doppî legami tra carbonio e carbonio e tra questi e l'ossigeno e da Nasini la rifrazione atomica dello zolfo

(1) Journ. Chem. Soc. VIII, 147 (1863).
(2) Pogg. Ann. CXXXIII, 1.

nei varî casi. Nell'anno 1880 i due fisici Lorenz [1] e Lorentz [2] fondandosi l'uno sopra una sua teoria della luce, l'altro sopra quella elettromagnetica, giunsero al risultato concordante che una espressione $\frac{n^2-1}{(n^2+2)\,d}$ rappresenta una quantità affatto indipendente dalla temperatura e dallo stato fisico del corpo. Si trovò veramente che nella maggior parte dei casi le due formule corrispondono colla stessa esattezza: in qualche caso la n dava migliori risultati dell'altra, però in altri in cui la n non corrispondeva affatto la n^2 soddisfaceva abbastanza, non però completamente. E, nel modo stesso in generale che i valori $\frac{n-1}{d}$ diminuiscono al crescere della temperatura, i valori $\frac{n^2-1}{(n^2+2)\,d}$ al contrario crescono. Landolt [3] verificò se le relazioni trovate da lui e da Brühl si mantenevano colla nuova formula e trovò che si avevano naturalmente valori diversi per le diverse costanti, ma che però le relazioni sussistevano del tutto inalterate. E a tale conclusione giunse pure uno di noi nel suo lavoro sui composti solforati. Di ambedue queste espressioni ci siamo serviti nel nostro studio; però abbiamo creduto necessario di verificare in limiti di temperatura molto più estesi di quelli considerati da Wüllner se esse si mantengono realmente costanti, tanto più trattandosi di corpi dotati di fortissimo potere rifrangente e dispersivo. Nelle formule noi abbiamo introdotto in luogo di n i valori degli indici di rifrazione rispetto alla riga C ossia alla riga α dello spettro dell'idrogeno e, conformandoci alle esperienze di Landolt e Brühl, abbiamo anche fatto uso della costante A della formula di Cauchy:

$$\mu_\lambda = A + \frac{B}{\lambda^2} + \ldots\ldots$$

Tale costante A rappresenterebbe l'indice di rifrazione per un raggio di lunghezza d'onde infinita. Landolt e Brühl hanno consigliato l'uso di questa costante per potere non tener conto del colore dei raggi che si rifrangono: è evidente che variando gli indici di rifrazione colla lunghezza d'onda è arbitrario prendere per il confronto quelli relativi alla riga C piuttosto che alla riga F o ad un'altra riga: ma d'altra parte avendo le diverse sostanze dispersione diversissima può darsi che delle relazioni trovate per una data riga non sussistano più per altre. Adottando la costante A si è creduto di togliere ogni difficoltà e di comparare dei valori che dipendono soltanto dalla natura della sostanza senza tener conto della diversa dispersione. Tale questione verrà altrove da uno di noi ampiamente trattata. Ad ogni modo per poter confrontare i risultati nostri con quelli degli altri abbiamo fatto uso anche noi di tale costante A della formula di Cauchy e, a seconda dei casi, per calcolarla ci siamo serviti di due o di tre termini dello sviluppo.

[1] L. Lorenz, Wied. Ann. XI, 70 (1880).
[2] H. A. Lorentz, loco citato IX, 641 (1880).
[3] Liebig's Annalen. CCXIII, 75 (1882).

Modo di esperimentare.

Gli angoli di rifrazione furono determinati col metodo delle deviazioni minime e gli indici calcolati mediante la formula:

$$\mu = \frac{\text{sen}\,\frac{\alpha+\varphi}{2}}{\text{sen}\,\frac{\varphi}{2}}$$

dove α è l' angolo di deviazione minima e φ l' angolo rifrangente del prisma. L'apparecchio che adoprammo nelle nostre ricerche è un magnifico spettrometro di Starke costruttore in Vienna. Per mezzo di due indici possono leggersi i gradi e i minuti di cinque in cinque e la osservazione poi si completa mediante due microscopi micrometrici che permettono di leggere direttamente i due secondi. Per la misura dell'angolo rifrangente del prisma serve un cannocchiale fisso con un reticolo il cui asse fa un angolo di circa 30° coll'asse del collimatore: il prisma si muove insieme col tavolinetto e col cerchio graduato restando fermi gli indici e i microscopi. Il prisma pei liquidi fu costruito da Fuess di Berlino : è di vetro nero, della capacità di circa 3 cent. cubi ed ha un angolo rifrangente di circa 60°. Due lastre di vetro parallele che aderiscono perfettamente alla sua superficie e che vengono, per maggior sicurezza, tenute ferme da un' armatura metallica servono a chiuderlo. Un piccolo termometro, la cui asta smerigliata chiude esattamente il foro praticato nella parte superiore del prisma, misurava la temperatura del liquido quando non era molto elevata, giacchè la scala di questo termometro, diviso in quinti di grado, non va al di là di 30°. Per temperature più alte si è fatto uso di due termometri, divisi pure in quinti di grado, dei quali la scala si estende in uno sino a 60°, nell'altro sino a 110°. Tutti questi termometri furono accuratamente verificati.

Ogni volta che si eseguì una determinazione fu sempre misurato di nuovo l'angolo del prisma e fu anche osservata la deviazione propria del prisma vuoto, deviazione piccolissima e che non eccedette mai 0°,0′,5″.

Per le misure che furono fatte alla temperatura dell'ambiente si ebbe sempre cura di tenere circa un' ora sul tavolinetto dello spettrometro il prisma pieno del liquido da osservare: le determinazioni non furono eseguite che quando la temperatura si manteneva assolutamente costante. Per le determinazioni a temperatura elevata ci servimmo di un piccolo apparecchio di riscaldamento, di una piccola stufa ingegnosamente ideata dal sig. Ludovico Meda custode dell'Istituto fisico di Roma e da lui con molta abilità fatta costruire. In questo apparecchio il riscaldamento si effettua per mezzo di vapore, o di acqua o di altra sostanza, che circola intorno al prisma. Nell' annessa tavola si vede rappresentata questa stufa in grandezza metà della naturale: la fig. I rappresenta la stufa chiusa nella posizione in cui si trova sul tavolinetto dello spettrometro, la fig. II un taglio verticale e la fig. III un taglio orizzontale. Consta essenzialmente di tre parti cioè: una piccola cassa circolare (fig. I e II, EF) a doppio fondo con due tubulature di cui l' una superiore (G) e l'altra inferiore (H) che servono l' una a condurre l'acqua fredda, l'altra a farla

scorrere via. Questa cassetta a doppio fondo, che si applica sul tavolinetto dello spettrometro o direttamente o frapponendo una sottile lastra di sughero, ha lo scopo di impedire che si propaghi allo strumento il calore che emana dalle altre parti dell'apparecchio riscaldante: per mezzo di tubi di gomma l' acqua fredda si fa continuamente scorrere. Sopra questa piccola cassetta, il cui diametro è un po' maggiore di quello del tavolinetto, sta l'apparecchio di riscaldamento (fig. I e II, J K) munito del coperchio mobile (fig. I e II, L M). Questa piccola stufa consta di una cavità centrale prismatica triangolare (fig. II, N O P Q, fig. III, N R S) le cui dimensioni sono tali che il piccolo prisma vi entri esattamente. La cassa centrale prismatica si trova praticata in un cilindro vuoto di ottone (J K) a superficie perfettamente lucida, munito di due tubulature una inferiore (U) l' altra superiore (T) che servono a introdurre e a fare uscire i diversi vapori che si adoprano pel riscaldamento. In corrispondenza alle facce del piccolo prisma sono praticate, per tutto lo spessore del cilindro cavo, due aperture di forma speciale (fig. III, VX V'X': in prospetto nella fig. II) intorno alle quali circola pure il vapore. Di due cose doveva tenersi conto riguardo a queste aperture: 1° che fossero più piccole che si potesse al fine di impedire la perdita di calore; 2° che fosse sempre possibile di determinare l' angolo rifrangente del prisma e quello di deviazione minima. Tenuto conto che il cannocchiale fa un angolo di circa 30° col collimatore e supponendo di non dover mai esperimentare con sostanze il cui angolo di deviazione minima sia maggiore di 60° ne sono resultate due aperture di forma ellittica irregolare. Con tali disposizioni, come le figure chiaramente dimostrano, il vapore circola lateralmente e sotto il prisma: non circola però al di sopra. Per evitare gli inconvenienti che nascerebbero dal non essere il prisma riscaldato da ogni lato si è provvisto col coperchio (L M), il quale è pure una cassetta circolare a doppio fondo. Per un foro centrale (fig. I e II Z)

Sezione AB

($\frac{1}{2}$ *della grandezza naturale*)

passa l'asta del termometro che sta nel prisma ed una tubulatura laterale (Y) serve ad introdurre acqua od altro liquido riscaldato ad una certa temperatura: un piccolissimo foro (W) facilita l'uscita dell'aria. La superficie inferiore del coperchio combacia perfettamente colla superficie superiore del cilindro in cui si trova il prisma: quindi ogni volta che il coperchio sia pieno, ad esempio di acqua riscaldata alla stessa temperatura del vapore che circola nell'apparecchio, non vi è a temere, per la durata di un'esperienza, alcun raffreddamento e si può ritenere che il prisma sia da tutte le parti uniformemente riscaldato. Alle diverse tubulature vanno uniti dei tubi di gomma che servono ad introdurre il vapore, che si svolge da un apparecchio generatore, ed a portarlo via: esso attraversa poi un refrigerante dove si condensa. Altri tubi introducono e portano via l'acqua fredda. Per fare le esperienze si procede nel seguente modo. Il prisma e la sostanza si riscaldano in una stufa ad aria a una temperatura un poco superiore a quella del vapore che si vuole far circolare nell'apparecchio. Si empie il prisma col liquido e lo si trasporta rapidamente nella stufa già riscaldata e vi si lascia stare un certo tempo agitando di tanto in tanto col termometro. Dopo un quarto d'ora o mezz'ora ordinariamente il termometro non varia più di 0,1° in dieci minuti. Allora si porta l'apparecchio sul tavolinetto, vi si fissa con apposita vite e si eseguiscono le determinazioni. Ordinariamente furono eseguite quattro serie di determinazioni per ogni sostanza. Questo metodo ci siamo assicurati dare resultati assai esatti: non crediamo possa commettersi un errore maggiore di 0,1° o al più di 0,2° (nel caso di temperature molto elevate). Da altri osservatori si è usato o di riscaldare direttamente il tavolinetto (Gladstone) o di porre il prisma in una stufa ad acqua posta sul tavolinetto il quale veniva, anche in questo caso, direttamente riscaldato (Baden-Powell). Tali sistemi però non ci sembrano suscettibili di troppa esattezza sia perchè la temperatura non può conservarsi molto uniforme, sia perchè in tal modo tutte le parti dello spettrometro, e quindi anche il cerchio graduato, vengono a riscaldarsi disegualmente e le letture debbono necessariamente essere inesatte. Ci servimmo dei vapori di etere, alcool e acqua.

Le deviazioni furono misurate rispetto alla riga D del sodio e alle righe $\alpha \beta \gamma$ dello spettro dello idrogeno. Come sorgente luminosa adoprammo per la riga D una lampada ad alcool, nella cui fiamma bruciava del cloruro di sodio, e per le altre righe un tubo di Geissler. Non sempre però fu possibile di eseguire le letture anche rispetto alla riga γ poichè alcune delle sostanze erano dotate di un forte potere assorbente.

I pesi specifici furono per ogni composto determinati alle stesse temperature alle quali si misurarono gli indici di rifrazione. Ci servimmo di picnometri della capacità di 2-5-10 c.c il collo strettissimo dei quali portava una graduazione, cosicchè le determinazioni riuscivano molto più facili e più esatte. Quando queste si eseguirono a temperatura poco differente dall'ordinaria, si faceva uso, per mantenerla costante, di un gran vaso pieno d'acqua che si riscaldava, mediante l'aggiunta d'acqua calda, sino a raggiungere la temperatura voluta, che, per la durata di qualche ora, si manteneva costante. Il riempimento di questi picnometri si effettuava nei modi consueti. Quando le determinazioni si dovettero eseguire a temperature

elevate si fece uso come bagno di un recipiente metallico, a superficie splendente, pieno d'acqua. Questa si riscaldava direttamente a una temperatura un po' inferiore a quella voluta: per mezzo poi di un tubo di gomma, che pescava nel fondo, si faceva arrivare del vapore acqueo, regolando l'efflusso in modo da raggiungere la temperatura desiderata, la quale si manteneva costante ed uniforme mediante un agitatore continuamente in moto. Però, quando le determinazioni si sono dovute fare ad una temperatura molto vicina a 100°, il vaso metallico si è riscaldato direttamente con una lampada. Per riempire i picnometri si usava di riscaldarli a una temperatura di qualche grado superiore al punto di fusione della sostanza, la quale scaldata alla stessa temperatura, vi si versava dentro avendo cura di fare una leggiera aspirazione. Allora si trasportava il picnometro nel bagno già riscaldato, vi si lasciava stare circa un'ora, si asciugava bene e quindi si leggeva a quale divisione il liquido arrivava e poi, con le debite cautele, si pesava. Così operando noi abbiamo trovato resultati assai buoni: così in due determinazioni per l'α-naftolo eseguite alla temperatura di 98,7° non si hanno differenze che di 0,0002.

Le sostanze furono preparate e purificate con la massima cura. Per stabilire la loro purezza non ci contentammo di verificare i punti di fusione e di ebollizione, ma le sottoponemmo anche alla analisi elementare.

Calcolo dei resultati.

Già sopra abbiamo detto di quale formula abbiamo fatto uso per il calcolo degli indici di rifrazione. Quanto alle lunghezze d'onda abbiamo adottato i valori medî ricavati dalle esperienze di Angstrom, Van der Willigen, Ditscheiner [1], cioè:

$$\lambda H_\alpha = \lambda C = 6,567$$
$$\lambda Na = \lambda D = 5,893$$
$$\lambda H_\beta = \lambda F = 4,862$$
$$\lambda H_\gamma = \quad 4,343$$

Queste lunghezze d'onda sono espresse in decimillesimi di millimetro. Per la riga D si prende un valore medio fra le lunghezze d'onda delle due, ossia il valore che corrisponderebbe ad una riga intermedia.

Noi abbiamo calcolato le costanti A e B della formula di Cauchy col metodo dei minimi quadrati servendoci, per ogni sostanza, di tutte l'esperienze fatte. In qualche caso in cui si sono calcolate tre costanti ci siamo serviti delle esperienze relative alle righe H_α H_β H_γ. L'errore che si può commettere nella misura dell'angolo rifrangente del prisma e degli angoli di deviazione minima non può superare veramente 2″ e si potrebbero così avere gli indici esatti sino alla sesta cifra decimale: però ad ottenere tale esattezza sarebbe stato necessario che della temperatura si fosse tenuto conto sino ai centesimi, invece non si è cercata che la precisione nei decimi: e poichè ad ogni decimo di grado di aumento nella temperatura corrisponde nel caso più generale una diminuzione negli indici di rifrazione di circa 0,00002 a 0,00008 ne segue che questi nel caso nostro possono considerarsi esatti sino alla

(1) Wüllner's. Physik. (3) II, pag. 136 e 431.

quarta cifra decimale. Dai lavori di Landolt [1] in modo speciale risulterebbe che le impurità che, malgrado tutte le cure, accompagnano sempre ogni composto sono cause di errori assai grandi, tanto grandi che renderebbero inutile una eccessiva esattezza nelle determinazioni quando si tratti dello studio comparativo di sostanze diverse. Così ad esempio Landolt e Brühl [2], per l'acido butirrico, l'alcool isopropilico e l'alcool amilico, per determinazioni eseguite alla stessa temperatura e sopra campioni che gli autori credettero a sufficienza puri, trovarono negli indici di rifrazione differenze che salgono anche a quattro o cinque unità nella terza cifra decimale ed eccedono poi sempre tre unità della quarta, o in altri termini si trovano differenze come se della temperatura non si fosse tenuto conto che sino ai gradi. E anche per esperienze fatte da Landolt medesimo sopra diversi campioni di una medesima sostanza egli trovò che, a condizioni perfettamente uguali, un indice può differire da un altro anche di tre unità della terza decimale. Sembrerebbe quindi che per esperienze di tal genere fosse inutile di far misure degli angoli con approssimazione maggiore di 1′ e della temperatura con approssimazione maggiore di 1°. Noi crediamo per altro che questa questione non sia ancora definitivamente risoluta e che sarebbe necessario uno studio assai esteso ed esatto per vedere realmente quale differenza presentano, quanto agli indici di rifrazione, due sostanze, due specie chimiche identiche quanto a composizione e costituzione, ottenute con preparazioni o anche con metodi diversi, quando tutti i mezzi di analisi e di investigazione di cui possiamo disporre e di cui disponiamo ordinariamente in chimica (analisi elementare, densità di vapore con metodi rigorosi ecc.) non sieno giunti a svelare alcuna diversità tra di loro. Per esempio nelle esattissime esperienze dei prof. Pisati e Paternò [3] sugli indici di rifrazioni del cimene proveniente dalla canfora e di quello dall'acido cuminico e su alcuni derivati del timol naturale e di quello sintetico, ben di rado due indici della stessa sostanza arrivano a differire di 0,0006. Ad ogni modo nello stato attuale delle nostre cognizioni due composti i cui indici di rifrazione non differiscono che di 0,0003 - 0,0005 riterremo che abbiano lo stesso indice. Da tutto questo è facile comprendere che quanto alle costanti A e B della formula di Cauchy si potrà ritenere, tenuto conto anche degli errori nella determinazione della lunghezza d'onda, che esse servono a rappresentare sufficientemente il fenomeno quando le differenze tra i valori calcolati degli indici e quelli trovati non eccedono 0,0003 - 0,0005: se la divergenza è maggiore naturalmente non si potrà ascrivere agli errori esperimentali, essendo gli indici determinati con esattezza sino alla quinta decimale. Quanto ai confronti poi di sostanze diverse tra di loro, tenuto conto delle considerazioni di Landolt e Brühl relative all'impurezze delle sostanze ecc. è chiaro che anche una differenza di 0,0010 tra gli indici calcolati e i trovati, o tra i diversi valori di A a seconda dei casi, si può ritenere che non alteri sensibilmente i resultati.

Per le determinazioni dei pesi specifici si sono sempre ridotte al vuoto le pesate per mezzo della formula:

$$P = P_1 + P_1 \delta \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d_1} \right) = P_1 + P_1 R$$

(1) Pogg. Ann. CXXIII, 601.
(2) Brühl. Liebig's. Annalen, CC, 139.
(3) Gazz. chim. ital. t. IV, 557 (1874).

dove P è il peso ridotto al vuoto, P_1 il peso nell'aria, δ la densità media dell'aria (0,00119), d la densità del corpo, d_1 quella dell'ottone (supposto che i pesi fossero d'ottone), R poi rappresenta il fattore per cui è moltiplicato P_1 nel secondo termine del secondo membro e i suoi valori per i diversi casi si trovano nelle eccellenti tabelle fisico-chimiche di Landolt e Börnstein (¹). Il volume dei picnometri si calcolò esattamente dal peso di mercurio in essi contenuto: conoscendo il coefficiente di dilatazione del vetro dei picnometri adoprati, coefficiente che trovammo variare tra 0,000022-0,000023, ci era facile stabilire la loro capacità alle diverse temperature e quindi il determinare i pesi specifici che furono sempre riferiti all'acqua a 4° presa come unità. Questi possono ritenersi esatti in generale sino alla 4ª decimale: solo per le determinazioni fatte a temperature molto elevate crediamo si possa commettere un errore di 0,0002 - 0,0004. I valori delle costanti di rifrazione $\frac{n-1}{d}$ e $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$, che si sono calcolati sia rispetto alla riga H_α che alla costante A di Cauchy si possono ritenere esatti sino ad una unità della terza cifra decimale: crediamo però che molto raramente si raggiunga questo errore massimo. Landolt, tenuto conto delle impurità delle sostanze, crede che un errore di 0,0040 per la formula n e per la riga H_α e di 0,0027 per la formula n^2 e per la stessa riga sia tollerabile: per la costante A il valore assoluto degli errori diventa ordinariamente più piccolo. Ammettendo anche con Landolt errori così forti è evidente che per la riga H_α l'errore nei poteri rifrangenti molecolari potrebbe giungere sino a 0,8 per la formula n e a 0,54 per la formula n^2 quando sia 200 il peso molecolare: per la costante A l'errore massimo potrebbe essere circa 0,7 e respettivamente 0,45. Naturalmente se il peso molecolare è minore gli errori a parità di condizioni diminuiscono proporzionalmente.

La dispersione si è calcolata colla formula di Gladstone, cioè si è presa come sua misura il quoziente della differenza tra gli indici estremi di una sostanza per il peso specifico alla stessa temperatura: per considerazioni molto semplici si vede che possono riguardarsi come aventi uguale dispersione quei composti per cui tali valori sono identici sino alla terza cifra decimale.

Per mezzo della formula già usata da Wüllner, Landolt ed altri si è indagato quali sono le variazioni degli indici di rifrazione colla temperatura. Ordinariamente le esperienze essendo state fatte soltanto a tre temperature diverse abbiamo cercato di esprimere le variazioni mediante una linea retta servendoci, per il calcolo delle costanti, delle esperienze fatte a temperature più distanti. La formula usata è

$$\mu_\lambda{}^t = \mu_\lambda{}^0 - \alpha t$$

dove μ^t_λ rappresenta l'indice relativo al raggio di lunghezza d'onda λ e alla temperatura t; $\mu_\lambda{}^0$ lo stesso indice ma a 0° e α la diminuzione che l'indice subisce per l'aumento di un grado di temperatura, la qual diminuzione, seguendo l'uso, la denotiamo col simbolo Δ 1°. Poichè gli indici, come già abbiamo detto più volte, sono determinati esattamente sino alla 5ª decimale, a rigor di termine si dovrà dire che le variazioni per la temperatura non si possono esprimere con una retta quando le differenze tra i valori calcolati e i trovati eccedono 0,0002 - 0,0004.

Si è fatta la correzione, per la colonna sporgente, delle temperature direttamente

(¹) Landolt und Börnstein. Physikalisch-chemische Tabellen. pag. 4 (1883).

osservate sia nel caso delle determinazioni dei punti di ebollizione che degli indici di rifrazione e abbiamo fatto uso della formula usata da Thorpe [1]

$$T = t + 0{,}000143\, n\, (t - t_1)$$

dove T è la temperatura corretta, t quella osservata, t_1 la temperatura media e n la lunghezza della colonna sporgente fuori in gradi.

Per calcolare i valori delle rifrazioni molecolari abbiamo fatto uso delle costanti di Landolt e Brühl le quali si trovano riunite nel seguente specchietto [2].

	$\frac{n-1}{d}$		$\frac{n^2-1}{(n^2+2)\,d}$	
	r_α	r_A	r'_α	r'_A
Carbonio C	5,0	4,86	2,48	2,43
Idrogeno . . . . H	1,3	1,29	1,04	1,02
Ossigeno alcoolico . . . O′	2,8	2,71	1,58	1,56
Ossigeno aldedico . . . . O″	3,4	3,29	2,34	2,29
Cloro Cl	9,8	9,53	6,02	5,89
Aumento per ogni doppio legame	2,4	2,00	1,78	1,59

In questa piccola tavola r_α e r_A rappresentano le rifrazioni atomiche degli elementi rispetto alla riga H_α e alla costante A in funzione della formula n: r'_α e r'_A gli stessi valori in funzione della formula n^2.

Quanto alla rifrazione atomica del bromo abbiamo adottato per la formula n i seguenti valori dati da Brühl

r_α	r_A
15,30	14,75

e per la formula n^2 i seguenti dedotti dai bromuri di propile e d'isopropile

r'_α	r'_A
9	8,73.

Materiale delle osservazioni.

Naftalina $C_{10}H_8$.

Per ripetute cristallizzazioni dell'alcool fu purificata della naftalina di Kahlbaum. Fonde a 80° in un liquido perfettamente incoloro. Le determinazioni furono eseguite sulla sostanza fusa e alla temperatura di 98,4° ottenuta facendo circolare nell'apparecchio di riscaldamento il vapor d'acqua.

Dimetilnaftalina $C_{10}H_6\,(CH_3)_2$.

Questo idrocarburo fu preparato distillando la santonina sopra polvere di zinco [3]. È noto che la dimetilnaftalina che così si ottiene è identica a quella preparata sinteticamente da Moro e Giovannozzi [4] per l'azione dell'ioduro di metile e del sodio

[1] Landolt und Börnstein. Tabellen. pag. 172.
[2] Landolt. Liebig's. Annalen. Anno 1882.
[3] Cannizzaro e Carnelutti, Gazz. chim. ital. t. XII, 393.
[4] Giovannozzi, Gazz. chimica, t. XII, 147.

sulla dibromonaftalina di Glaser. Per purificarla fu scaldata lungamente sopra sodio metallico e quindi distillata più volte a pressione ridotta. Bolle a 145° alla pressione di 40 mm. circa: alla pressione ordinaria bolle sopra 265° alterandosi in parte. All'analisi dette i seguenti resultati:

Sostanza	Gr. 0,3382
CO_2	» 1,1413
H_2O	» 0,2362

ossia

	trovato	calcolato per $C_{12}H_{12}$
C %	92,03	92,31
H %	7,76	7,69

Le determinazioni furono eseguite alla temperatura di 16,4° e 27,7°, cioè alle temperature ambienti ed inoltre alla temperatura di 77,7° ottenuta col vapor d' alcool.

Bromonaftalina $C_{10}H_7Br$.

Si preparò per l'azione diretta del bromo sulla naftalina. La porzione d'olio bollente tra 278°-280° si agitò ripetutamente con acqua contenente un po' di carbonato sodico, si distillò più volte e si seccò: da ultimo fu distillata a pressione ridotta. Il punto di ebollizione di questa sostanza fu trovato 279,5° (termometro nel vapore) alla pressione di mm. 753,1 (ridotta a 0°). Una determinazione di bromo dette i seguenti resultati:

Sostanza	Gr. 0,3526
AgBr	» 0,3191

ossia

	trovato	calcolato per $C_{10}H_7Br$
Br %	38,49	38,65

Anche per questa sostanza furono eseguite tre serie di determinazioni a temperature diverse, cioè a 16,5° 28,1° e 77,6°, ottenuta quest'ultima al solito col vapor d'alcool.

α Naftolo $C_{10}H_7.OH$.

Fu purificato per distillazione col vapor d'acqua dell' α naftolo di Kahlbaum. Fonde esattamente a 95° in un liquido leggermente colorato in giallo. All' analisi dette i resultati seguenti:

Sostanza	Gr. 0,1914
CO_2	» 0,5841
H_2O	» 0,0953

ossia

	trovato	calcolato per $C_{10}H_8O$
C %	83,22	83,33
H %	5,53	5,55

Le determinazioni furono eseguite alla temperatura di 98,7° ottenuta col vapor d'acqua.

Metil-α naftolo $C_{10}H_7.OCH_3$.

Fu preparato per l'azione dell'ioduro di metile sul sale potassico dell'α naftolo. Si purificò per ripetute distillazioni e si seccò su cloruro di calcio. È un olio debolmente colorato in giallo. Bolle a 269° (termometro nel vapore) alla pressione di

mm. 753,1 (ridotta a 0°). Marchetti ([1]) aveva trovato il punto di ebollizione alla temperatura di 265°-266° e Staedel ([2]) a 258°. L'analisi dette i resultati seguenti:

Sostanza	Gr.	0,1758
CO_2	»	0,5387
H_2O	»	0,1043

ossia

	trovato	calcolato per $C_{11}H_{10}O$
C %	83,37	83,54
H %	6,59	6,33

Le determinazioni furono eseguite alla temperatura ambiente di 13,9°: alla temperatura di 34,5° ottenuta col vapor d'etere e a quella di 77,7° ottenuta col vapor d'alcool.

Propil-α naftolo $C_{10}H_7.OC_3H_7$.

Questo etere che noi per i primi abbiamo ottenuto si preparò e si purificò in modo perfettamente analogo al precedente. È un olio leggermente colorato in giallo. Bolle alla temperatura (corretta) di 298°-299° alla pressione di 762 mm. (ridotta a 0°). All'analisi dette i resultati seguenti:

Sostanza	Gr.	0,2675
CO_2	»	0,8215
H_2O	»	0,1851

ossia

trovato	calcolato per $C_{13}H_{14}O$
83,75	83,87
7,69	7,52

Le determinazioni furono eseguite alla temperatura ambiente (18,4°).

Esaidronaftalina $C_{10}H_8.H_6$.

Questo composto di addizione della naftalina l'ottenemmo seguendo il metodo tenuto da Agrestini ([3]), cioè scaldando per diverse ore in tubi chiusi, alla temperatura di circa 250°, naftalina, acido iodidrico e fosforo rosso. Malgrado tutte le cure non abbiamo potuto ottenere un prodotto purissimo: sembra sempre contenere un po' di tetraidronaftalina: del resto le impurezze sono in così piccola quantità, come si vede dalle analisi, che non possono influire notevolmente sulla rifrazione specifica e molecolare. — È un liquido perfettamente incoloro che bolle tra 204,5° e 205° (termometro nel vapore) alla pressione di mm. 761 (ridotta a 0°). Una prima porzione (A) dette all'analisi i seguenti resultati:

Sostanza	Gr.	0,3135
CO_2	»	1,0323
H_2O	»	0,2793

ossia

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{14}$
C %	89,80	89,55
H %	9,92	10,45

([1]) Gazz. chim. ital. t. IX, pag. 544.
([2]) Liebig's Annalen, CCXVII, 42.
([3]) Gazz. chimica, t. XII, pag. 495

Un'altra porzione (B), ottenuta riscaldando con acido iodidrico e fosforo rosso in tubi chiusi la porzione (A), bolle alla medesima temperatura dell'altra: all'analisi dette però resultati migliori:

Sostanza	Gr.	0,2001
CO_2	»	0,6575
H_2O	»	0,1834

ossia

C %	89,61 [1]
H %	10,18

Le determinazioni sia per la porzione (A) che per la porzione (B) furono eseguite alla temperatura ambiente, cioè a 16,4° per la prima, a 18,4° per la seconda.

Esaidrodimetilnaftalina $C_{10}H_6.(CH_3)_2.H_6$.

Dobbiamo questa sostanza alla gentilezza del nostro amico dott. Marino Zuco. Togliamo da una sua Memoria di prossima pubblicazione la descrizione e l'analisi di questo composto di addizione. Fu preparata scaldando con acido iodidrico e fosforo rosso in tubi chiusi il dimetilnaftolo ottenuto dal prof. Cannizzaro scaldando con barite sopra a 360° l'acido santonoso o isosantonoso [2]. Questo dimetilnaftolo distillato su polvere di zinco in una corrente d'idrogeno dà la dimetilnaftalina da noi studiata e sopra descritta [3]. È un liquido incoloro, di odore naftalico che non ha punto di ebollizione fisso. Le determinazioni furono eseguite sopra una porzione analizzata dal dott. Marino ed alla temperatura ambiente cioè a 19,7°.

Stirolo $C_6H_5.CH{=}CH_2$.

Si preparò secondo il processo di Fittig [4], cioè decomponendo con una soluzione di carbonato sodico l'acido idroiocinnamico, ottenuto per l'azione dell'acido iodidrico sull'acido cinnamico. Bolle a 145,5°. All'analisi dette i seguenti risultati:

Sostanza	Gr.	0,3323
CO_2	»	1,1221
H_2O	»	0,2340

ossia

	trovato	calcolato per C_8H_8
C %	92,09	92,31
H %	7,82	7,69

Le determinazioni furono eseguite alla temperatura ambiente cioè a 17°.

[1] È noto che Agrestini volendo col processo di Graebe preparare la tetraidronaftalina ottenne invece la esaidro. Graebe ultimamente ritornò sull'argomento e spiegò questo fatto colla diversa temperatura alla quale furono scaldati i tubi: si ha il tetraidruro quando si scalda tra 210°-225°, l'esaidruro quando si scalda tra 240°-250°. Graebe e Guye (Berl. Ber. XVI, 3032) ottennero nuovamente l'esaidronaftalina e assai pura come resulta dalle analisi. Però il punto di ebollizione lo trovarono a 195,5°-200°, mentre noi l'abbiamo trovato, con Agrestini, a 204,5°-205°. Gli autori attribuiscono questo punto di ebollizione più elevato all'essersi ossidata la sostanza: le nostre analisi però mostrano trattarsi piuttosto della mescolanza di idrocarburi. La tetraidronaftalina bolle a 206°.

[2] Cannizzaro e Carnelutti, Gazz. chim. t. XII, pag. 406.

[3] Cannizzaro e Carnelutti, loco citato.

[4] Liebig's Annalen. CXCV, 137.

Alcool cinnamico $C_6H_5.CH{=}CH.CH_2OH$.

Questo composto proviene dalla fabbrica di Kahlbaum. È bianco, ben cristallizzato: fonde fra 32° e 33°. All'analisi dette i risultati seguenti:

Sostanza	Gr. 0,3112
CO_2	» 0,9177
H_2O	» 0,2142

ossia

	trovato	calcolato per $C_9H_{10}O$
C %	80,42	80.59
H %	7,64	7,46

Furono eseguite tre serie di determinazioni: alla temperatura ambiente (24,8°) quando cioè la sostanza era sovraffusa: alla temperatura di 36,1° ottenuta con vapor d'etere e a quella di 77,3° ottenuta con vapor d'alcool.

Anetolo $C_6H_4(OCH_3)(C_3H_5)$.

Questo etere metilico dell'allilfenolo fu preparato dall'essenza di anaci. Fonde alla temperatura di 20°-20,5°. Bolle a 233°-233,5° (termometro nel vapore) alla pressione di 751,1 mm. (ridotta a 0°). È perfettamente incoloro. All'analisi dette i resultati seguenti:

Sostanza	Gr. 0,2619
CO_2	» 0,7767
H_2O	» 0,1990

ossia

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{12}O$
C %	80,89	81,08
H %	8,44	8,11

Furono eseguite quattro serie di determinazioni: alla temperatura di 14,9° quando cioè la sostanza era sovraffusa: a una temperatura molto vicina al punto di fusione cioè a 21,6° e finalmente alle temperature di 34,4° e 77,3° ottenute respettivamente col vapore di etere e di alcool.

Anisolo $C_6H_5.OCH_3$.

Si preparò per l'azione dell'ioduro di metile sul sale potassico del fenolo. Fu seccato su cloruro di calcio e distillato. Bolle tra 155° e 155,8°. È perfettamente incoloro. All'analisi dette i risultati seguenti:

Sostanza	Gr. 0,3339
CO_2	» 0,9506
H_2O	» 0,2304

ossia

	trovato	calcolato per C_7H_8O
C %	77,64	77,77
H %	7,66	7,40

Le determinazioni furono eseguite soltanto alla temperatura ambiente (21,8°).

Timolo $C_6H_3.CH_3.C_3H_7.OH$.

Per ripetute cristallizzazioni dall'alcool si purificò del timolo preparato dall'essenza di timo. L'ottenemmo perfettamente bianco. Il punto di fusione fu trovato a 50°. All'analisi dette i seguenti resultati:

Sostanza	Gr.	0,2576
CO_2	»	0,7534
H_2O	»	0,2153

ossia

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{14}O$
C %	79,74	80,00
H %	9,31	9,33

Le determinazioni furono eseguite sulla sostanza sovraffusa cioè a 24,4° e alla temperatura di 77,7° ottenuta col vapor d'alcool.

Diamilene $C_{10}H_{20}$.

Il prof. R. Schiff ebbe la gentilezza di porre a nostra disposizione questa sostanza da lui preparata e studiata nel suo lavoro sui volumi molecolari (¹). Fu ottenuta trattando l'amilene con acido solforico. Bolle e 156°-156,3° alla pressione di mm. 754,7 (ridotta a 0°). All'analisi dette i resultati seguenti:

Sostanza	Gr.	0,1448
CO_2	»	0,4525
H_2O	»	0,1867

ossia

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{20}$
C %	85,22	85,71
H %	14,32	14,29

Le determinazioni furono eseguite alla temperatura ambiente cioè a 15,2°.

Nelle cinque tabelle che seguono sono riuniti i resultati di tutte le nostre esperienze e di tutti i nostri calcoli.

(¹) Atti della r. Acc. dei Lincei. Memorie della classe di scienze fisiche ecc. vol. XIII.

Tabella I

N.°	Nome delle sostanze	Formula	Peso molecolare	Temperatura	Peso specifico d_4^t	μ_α	μ_D	μ_β	μ_γ
1	Naftalina	$C_{10}H_8$	128	98,4	0,96208	1,57456	1,58232	1,60310	—
2	Dimetilnaftalina	$C_{12}H_{12}$	156	16,4	1,01803	1,60765	1,61567	1,63722	—
3	»	»	»	27,7	1,01058	1,60250	1,61052	1,63200	1,65117
4	»	»	»	77,7	0,97411	1,57901	1,58656	1,60710	—
5	Bromonaftalina	$C_{10}H_7Br$	207	16,5	1,48875	1,65114	1,66011	1,68381	—
6	»	»	»	28,1	1,47196	1,64602	1,65480	1,67840	—
7	»	»	»	77,6	1,42572	1,62338	1,63192	1,65162	—
8	α Naftolo	$C_{10}H_8O$	141	98,7	1,09539	1,61196	1,62064	1,64435	—
9	Metil α naftolo	$C_{11}H_{10}O$	158	13,9	1,09636	1,61474	1,62322	1,64597	1,66763
10	»	»	»	34,5	1,07931	1,60510	1,61341	1,63606	—
11	»	»	»	77,7	1,04661	1,58508	1,59316	1,61487	—
12	Propil α naftolo	$C_{13}H_{14}O$	186	18,4	1,01471	1,58510	1,59277	1,61301	—
13	Esaidronaftalina (A)	$C_{10}H_{14}$	134	16,4	0,94887	·1,52215	1,52618	1,53648	1,54555
14	» (B)	»	»	18,4	0,95807	1,52879	1,53311	1,54397	1,55340
15	Esaidrodimetilnaftalina	$C_{12}H_{18}$	162	19,7	0,92194	1,50547	1,50902	1,51790	—
16	Stirolo	C_8H_8	104	17	0,90595	1,53699	1,54344	1,56036	1,57588
17	Alcool cinnamico	$C_9H_{10}O$	134	24,8	1,04017	1,57311	1,57990	1,59603	1,61416
18	»	»	»	36,1	1,0[illegible]024	1,56767	1,57539	1,59193	—
19	»	»	»	77,3	1,00027	1,54939	1,55566	1,57301	—
20	Anetolo	$C_{10}H_{12}O$	148	14,9	0,99132	1,55559	1,56259	1,58112	1,59817
21	»	»	»	21,6	0,98556	1,55209	1,55913	1,57770	—
22	»	»	»	34,4	0,97595	1,54692	1,55368	1,57180	1,58817
23	»	»	»	77,3	0,94041	1,52526	1,53181	1,54921	—
24	Anisolo	C_7H_8O	108	21,8	0,98784	1,51020	1,51503	1,52746	1,53832
25	Timolo	$C_{10}H_{14}O$	150	24,4	0,96895	1,51453	1,51893	1,53012	1,53998
26	»	»	»	77,3	0,92838	1,49189	1,49600	1,50665	—
27	Diamilene	$C_{10}H_{20}$	140	15,2	0,77753	1,43652	1,43910	1,44541	1,45067

Tabella II

N.°	Nome delle sostanze	Temperatura	μ_α°	μ_α^t calcolato	μ_α^t trovato	Differenza	Δ 1°	μ_D°	μ_D^t calcolato	μ_D^t trovato	Differenza	Δ 1°	μ_β°	μ_β^t calcolato	μ_β^t trovato	Differenza	Δ 1°	μ_γ°	μ_γ^t calcolato	μ_γ^t trovato	Differenza	Δ 1°
1	Dimetilnaftalina	0	1,61531	—	—	—	0, 000467	1,62336	—	—	—	0, 000475	1,64527	—	—	—	0,000491	—	—	—	—	—
2	»	16, 4	—	1,60765	1,60765	0	—	—	1,61567	1,61567	0	—	—	1,63722	1,63722	0	—	—	—	—	—	—
3	»	27, 7	—	1,60237	1,60250	+0,00013	—	—	1,61023	1,61052	+0.00029	—	—	1,63167	1,63200	+0,00033	—	—	—	—	—	—
4	»	77, 7	—	1,57901	1,57901	0	—	—	1,58656	1,58656	0	—	—	1,60710	1,60710	0	—	—	—	—	—	—
5	Bromonaftalina	0	1,65863	—	—	—	0, 000454	1,66772	—	—	—	0, 000461	1.69170	—	—	—	0, 000478	—	—	—	—	—
6	»	16, 5	—	4,65114	1,65114	0	—	—	1,66011	1.66011	0	—	—	1,68381	1,68381	0	—	—	—	—	—	—
7	»	28, 1	—	1,64567	1,64602	+0,00035	—	—	1,65477	1,65480	+0,00003	—	—	1,67827	1,67840	+0.00013	—	—	—	—	—	—
8	»	77,6	—	1,62338	1,62338	0	—	—	1,63192	1,63192	0	—	—	1,65462	1,65462	0	—	—	—	—	—	—
9	Alcool cinnamico	0	1,58432	—	—	—	0, 000452	1,59136	—	—	—	0, 000462	1,60689	—	—	—	0, 000438	—	—	—	—	—
10	»	24, 8	—	1,57311	1,57311	0	—	—	1,57990	1.57990	0	—	—	1,59603	1,59603	0	—	—	—	—	—	—
11	»	36, 1	—	1,56800	1,56767	—0,00033	—	—	1,57468	1,57539	+0,00071	—	—	1,59108	1,59193	+0,00085	—	—	—	—	—	—
12	»	77, 3	—	1,54939	1,54939	0	—	—	1,55533	1,55533	0	—	—	1.57301	1,57301	0	—	—	—	—	—	—
13	Metil α naftolo	0	1,62120	—	—	—	0, 000465	1,62977	—	—	—	0, 000471	1.65248	—	—	—	0. 000468	—	—	—	—	—
11	»	13, 9	—	1,61474	1,61474	0	—	—	1,62322	1,62322	0	—	—	1,64597	1,64597	0	—	—	—	—	—	—
15	»	34, 5	—	1,60516	1,60510	—0,00006	—	—	1,61352	1,61341	—0,00011	—	—	1,63632	1,63606	—0,00026	—	—	—	—	—	—
16	»	77,7	—	1,58508	1,58508	0	—	—	1,59316	1,59316	0	—	—	1,61487	1,61487	0	—	—	—	—	—	—
17	Anetolo	0	1,56283	—	—	—	0, 000486	1,56934	—	—	—	0, 000493	1,58873	—	—	—	0, 000511	1,60581	—	—	—	0, 000513
18	»	14, 9	—	1,55559	1,55559	0	—	—	1,56259	1,56259	0	—	—	1,58112	1,58112	0	—	—	1,59817	1,59817	0	—
19	»	21, 6	—	1,55233	1,55209	—0,00024	—	—	1,55929	1,55913	—0,00016	—	—	1.57769	1,57770	+0.00001	—	—	—	—	—	—
20	»	34, 4	—	1,54611	1,54692	+0,00081	—	—	1,55299	1,55368	+0,00069	—	—	1,57115	1,57180	+0,00065	—	—	1.58817	1,58817	0	—
21	»	77, 3	—	1,52526	1,52526	0	—	—	1,53181	1,53181	0	—	—	1,54921	1,54921	0	—	—	—	—	—	—
22	Timolo	0	1.52497	—	—	—	0, 000428	1,52950	—	—	—	0. 000433	1.54095	—	—	—	0. 000444	—	—	—	—	—
23	»	24, 4	—	1,51453	1,51453	0	—	—	1.51893	1,51893	0	—	—	1,53012	1,53012	0	—	—	—	—	—	—
21	»	77, 3	—	1,49189	1,49189	0	—	—	1,49600	1,49600	0	—	—	1,50536	1,50536	0	—	—	—	—	—	—

Tabella III

N.°	Nome delle sostanze	Formula	Peso molecolare	Temperatura	$\frac{\mu_\alpha - 1}{d}$	Differenze per le temperature	$P\frac{\mu_\alpha - 1}{d}$	R_α	Differenze	$\frac{\mu_\alpha^2 - 1}{(\mu_\alpha^2 + 2)d}$	Differenze per le temperature	$P\frac{\mu_\alpha^2 - 1}{(\mu_\alpha^2 + 2)d}$	R'_α	Differenze	$\frac{\mu - \mu_\alpha}{d}$	$\frac{\mu_\gamma - \mu_\alpha}{d}$
1	Naftalina	$C_{10}H_8$	128	98,4	0,5972		76,44	72,40	4,04	0,3432		43,93	42,02	1,91	0.0297	—
2	Dimetilnaftalina	$C_{12}H_{12}$	156	16,4	0,5969		93,11	87,60	5,51	0,3395		52,96	51,14	1.82	0,0291	—
3	»	»	»	27,7	0,5962	— 0,0007	93,01	87,60	5,41	0,3397	+ 0,0002	52,99	51,14	1.85	0,0292	0,0482
4	»	»	»	77,7	0,5944	— 0,0018	92.73	87.60	5,13	0,3412	+ 0,0015	53,23	51,14	2,09	0,0288	—
5	Bromonaftalina	$C_{10}H_7Br$	207	16.5	0,4374		90,54	86.43	4,11	0,2453		50,78	49,98	0,80	0,0219	—
6	»	»	»	28,1	0,1380	+ 0,0006	90.67	86.43	4.24	0,2461	+ 0,0008	50,94	49,98	0,96	0,0219	—
7	»	»	»	77,6	0,4372	— 0,0008	90,50	86,43	4,07	0,2474	+ 0,0013	51,21	49,98	1,23	0.0219	—
8	α Naftolo	$C_{10}H_8O$	144	98.7	0.5587		80,45	75,20	5,25	0,3173		45,69	49,98	2,09	0,0296	—
9	Metil α naftolo	$C_{11}H_{10}O$	158	13.9	0,5607		88.59	82,80	5,79	0,3182		50.27	43.60	2,11	0,0285	0.0482
10	»	»	»	34,5	0,5606	— 0.0001	88,57	82,80	5,77	0,3191	+ 0,0009	50,42	48,16	2,26	0,0287	—
11	»	»	»	77,7	0,5590	— 0,0016	88,32	82,80	5,52	0,3202	+ 0,0011	50,59	48.16	2,43	0.0285	—
12	Propil α naftolo	$C_{13}H_{14}O$	186	18.4	0.5603		104,22	98,00	6,22	0,3210		59,06	55,20	3.86	0.0264	—
13	Esaidronaftalina (A)	$C_{10}H_{14}$	134	16,4	0.5503		73.74	73,00	0,74	0,3215		43,08	42,92	0,16	0,0151	0,0246
14	» (B)	»	»	18,4	0.5519		73,95	73,00	0,95	0.3218		43,12	42,92	0,20	0,0158	0.0257
15	Esaidrodimetilnaftalina	$C_{12}H_{18}$	162	19,7	0.5483		88,82	88,20	0,62	0.3220		52,16	52,04	0,12	0,0134	—
16	Stirolo	C_8H_8	104	17,0	0,5927		61,64	60,00	1,64	0,3447		35,85	35,28	0,57	0.0258	0,0429
17	Alcool cinnamico	$C_9H_{10}O$	134	24,8	0,5510		73,83	70,40	3,43	0,3168		42,15	41,42	1,03	0,0220	0,0395
18	»	»	»	36.1	0,5510	0.0000	73,83	70,40	3,43	0,3174	+ 0,0006	42.53	41,42	1,11	0,0235	—
19	»	»	»	77,3	0.5492	— 0,0018	73,59	70,40	3,19	0,3182	+ 0,0008	42,63	41.42	1,22	0.0236	—
20	Anetolo	$C_{10}H_{12}O$	148	14,9	0,5605		82,95	78,00	4,95	0,3241		47.97	45,98	1.99	0,0257	0,0429
21	»	»	»	21.6	0,5602	— 0,0003	82,91	78,00	4,91	0,3243	+ 0,0002	47,99	45.98	2,01	0.0259	—
22	»	»	»	34,4	0,5604	+ 0.0002	82,91	78.00	4,94	6,3249	+ 0.0006	48,08	45,98	2.10	0,0255	0,0423
23	»	»	»	77.3	0,5585	— 0,0019	82,66	78.00	4,66	0,3260	+ 0,0011	48.25	45,98	2,27	0,0255	—
24	Anisolo	C_7H_8O	108	21,8	0,5165		55,78	55,40	0,38	0.3029		32.71	32,60	0.11	0,0175	0.0285
25	Timolo	$C_{10}H_{14}O$	150	24,4	0.5310		79,65	78,20	1,45	0.3110		46.65	46.28	0.37	0.0161	0.0263
26	»	»	»	77.3	0,5298	— 0.0012	79,17	78,20	1,27	0,3124	+ 0.0014	46,86	46,28	0.58	0.0159	—
27	Diamilene	$C_{10}H_{20}$	140	15,2	0.5614		78.60	78,40	0,20	0,3366		47.12	47.30	—0,18	0,0114	0.0182

Tabella IV

N.°	Nome delle sostanze	Formula	Peso molecolare	Temperatura	A	B	μ_α trovato	μ_α calcolato	Differenza	μ_D trovato	μ_D calcolato	Differenza	μ_β trovato	μ_β calcolato	Differenza	μ_γ trovato	μ_γ calcolato	Differenza
1	Naftalina	$C_{10}H_8$	128	98,4	1,5395	1,4996	1,57456	1,5743	+0,00026	1,58232	1,5827	—0,00038	1,60310	1,6029	+0,00020	—	—	—
2	Dimetilnaftalina	$C_{12}H_{12}$	156	16,4	1,5714	1,5331	1,60765	1,6074	+ 25	1,61567	1,6161	— 43	1,63722	1,6371	+ 10	—	—	—
3	»	»	»	27,7	1,5637	1,6376	1,60250	1,6017	+ 80	1,61052	1,6109	— 38	1,63200	1,6330	— . . . 100	1,65117	1,6506	+0,00057
4	»	»	»	77,7	1,5448	1,4668	1,57901	1,5788	+ 21	1,58656	1,5870	— 24	1,60710	1,6068	+ 30	—	—	—
5	Bromonaftalina	$C_{10}H_7Br$	207	16,5	1,6108	1,7256	1,65114	1,6508	+ 34	1,66011	1,6605	— 39	1,68381	1,6838	+ 1	—	—	—
6	»	»	»	28,1	1,6060	1,7084	1,64602	1,6456	+ 42	1,65480	1,6552	— 40	1,67840	1,6783	+ 10	—	—	—
7	»	»	»	77,6	1,5846	1,6566	1,62338	1,6230	+ 38	1,63192	1,6323	— 38	1,65462	1,6547	— 8	—	—	—
8	α Naftolo	$C_{10}H_8O$	144	98,7	1,5725	1,6911	1,61196	1,6117	+ 26	1,62064	1,6212	— 56	1,64135	1,6410	+ 35	—	—	—
9	Metil α naftolo	$C_{11}H_{10}O$	158	13,9	1,5721	1,7872	1,61471	1,6135	+ . . . 121	1,62322	1,6235	— 28	1,64597	1,6477	— . . . 173	1,66763	1,6668	+ 83
10	»	»	»	34,5	1,5661	1,6566	1,60510	1,6045	+ 60	1,61341	1,6138	— 39	1,63606	1,6362	— 14	—	—	—
11	»	»	»	77,7	1,5489	1,5531	1,58508	1,5849	+ 18	1,59316	1,5936	— 44	1,61487	1,6146	+ 27	—	—	—
12	Propil α naftolo	$C_{13}H_{14}O$	186	18,4	1,5513	1,4560	1,58510	1,5851	— 30	1,59277	1,5932	— 43	1,61301	1,6129	+ 11	—	—	—
13	Esaidronaftalina (A)	$C_{10}H_{14}$	134	16,4	1,5036	0,78769	1,52215	1,5218	+ 35	1,52618	1,5263	— 12	1,53648	1,5370	— 52	1,54555	1,5453	+ 25
14	» (B)	»	»	18,4	1,5092	0,83099	1,52879	1,5285	— 29	1,53311	1,5332	— 9	1,54397	1,5441	— 43	1,55340	1,5533	+ 10
15	Esaidrodimetilnaftalina	$C_{12}H_{18}$	162	19,7	1,4902	0,65571	1,50517	1,5051	— 7	1,50902	1,5090	+ 2	1,51790	1,5179	—	—	—	—
16	Stirolo	C_8H_8	104	17,0	1,5061	1,3050	1,53699	1,5364	+ 59	1,54344	1,5437	— 26	1,56036	1,5613	— 94	1,57588	1,5753	+ 58
17	Alcool cinnamico	$C_9H_{10}O$	134	21,8	1,5107	1,3603	1,57311	1,5722	+ 91	1,57990	1,5799	—	1,59603	1,5982	— . . . 217	1,61416	1,6129	+ . . . 126
18	»	»	»	36,1	1,5382	1,2769	1,56767	1,5678	— 13	1,57539	1,5750	+ 39	1,59193	1,59220	— 27	—	—	—
19	»	»	»	77,3	1,5208	1,2252	1,51939	1,5492	+ 19	1,55566	1,5561	— 44	1,57301	1,57260	+ 41	—	—	—
20	Anetolo	$C_{10}H_{12}O$	148	11,9	1,5211	1,4669	1,55559	1,5546	+ 99	1,56259	1,5267	— 11	1,58112	1,5823	— . . . 118	1,59817	1,5978	+ 37
21	»	»	»	21,6	1,5196	1,3805	1,55209	1,5516	+ 49	1,55913	1,5594	— 27	1,57770	1,5780	+ 30	—	—	—
22	»	»	»	34,4	1,5111	1,3865	1,54692	1,5462	+ 72	1,55368	1,5540	— 32	1,57180	1,5727	 90	1,58817	1,5876	+ 57
23	»	»	»	77,3	1,4958	1,2597	1,52526	1,5250	+ 26	1,53181	1,5321	— 29	1,54921	1,5491	+ 11	—	—	—
24	Anisolo	C_7H_8O	108	21,8	1,4878	9,94799	1,51020	1,5098	+ 40	1,51503	1,5151	— 7	1,52746	1,5279	— 44	1,53832	1,5381	+ 22
25	Timolo	$C_{10}H_{14}O$	150	21,1	1,4943	0,85771	1,51453	1,5142	+ 33	1,51893	1,5190	— 7	1,53012	1,5306	— 48	1,53898	1,5398	+ 18
26	»	»	»	77,3	1,4379	0,77135	1,49189	1,4919	+ 9	1,49600	1,4961	— 10	1,50665	1,5066	+ 5	—	—	—
27	Diamilene	$C_{10}H_{20}$	140	15,2	1,4253	0,47768	1,43652	1,4364	+ 12	1,43910	1,4391	—	1,44541	1,4454	+ 1	1,45067	1,4507	— 3

Tabella V

N.°	Nome delle sostanze	Formula	Peso molecolare	Temperatura	$\frac{A-1}{d}$	Differenze per le temperature	$P\frac{A-1}{d}$	R_A	Differenze	$\frac{A^2-1}{(A^2+2)d}$	Differenze per le temperature	$P\frac{A^2-1}{(A^2+2)d}$	R'_A	Differenze
1	Naftalina	$C_{10}H_8$	128	98,4	0,5608		71,78	68,92	2,86	0,3258		41,71	40,41	1,30
2	Dimetilnaftalina	$C_{12}H_{12}$	156	16,4	0,5613	— 0,0035	87,56	83,30	3,76	0,3229	— 0,0012	50,37	49,35	1,02
3	»	»	»	27,7	0,5578	+ 0,0015	87,02	83,80	3,22	0,3217	+ 0,0027	50,18	49,35	0,83
4	»	»	»	77,7	0,5593		87,25	83,80	3,45	0,3244		50,62	49,35	1,27
5	Bromonaftalina	$C_{10}H_7Br$	207	16,5	0,4103	+ 0,0005	84,93	82,38	2,53	0,2331	+ 0,0007	48,25	48,12	0,13
6	»	»	»	28,1	0,4108	— 0,0008	85,06	82,38	2,68	0,2338	+ 0,0011	48,40	48,12	0,28
7	»	»	»	77,6	0,4100		84,87	82,38	2,49	0,2349		48,62	48,12	0,50
8	α Naftolo	$C_{10}H_8O$	144	98,7	0,5526		75,25	71,62	3,63	0,3006		43,29	41,97	1,32
9	Metil α naftolo	$C_{11}H_{10}O$	158	13,9	0,5218	+ 0,00027	82,41	79,06	3,38	0,3002	+ 0,0020	47,43	46,44	0,99
10	»	»	»	34,5	0,5245	0	82,87	79,06	3,81	0,3022	+ 0,0016	47,71	46,14	1,30
11	»	»	»	77,7	0,5245		82,87	79,05	3,81	0,3038		48,00	46,44	1,56
12	Propil α naftolo	$C_{13}H_{14}O$	186	18,4	0,5277		98,15	93,95	4,20	0,3055		56,82	55,38	1,44
13	Esaidronaftalina (A)	$C_{10}H_{14}$	134	16,4	0,5307		71,11	70,66	0,45	0,3118		41,79	41,76	0,03
14	» (B)	»	»	18,4	0,5314		71,22	70,66	0,56	0,3118		41,79	41,76	0,03
15	Esaidrodimetilnaftalina	$C_{12}H_{18}$	162	19,7	0,5317		86,14	85,54	0,60	0,3137		50,82	50,70	0,12
16	Stirolo	C_8H_8	104	17	0,5586		58,09	57,20	0,89	0,3280		34,11	33,96	0,15
17	Alcool cinnamico	$C_9H_{10}O$	134	24,8	0,5198	+ 0,0026	69,65	67,35	2,30	0,3020	+ 0,0017	40,47	39,99	0,48
18	»	»	»	36,1	0,5221	— 0,0018	70,00	67,35	2,65	0,3037	+ 0,0006	40,69	39,99	0,70
19	»	»	»	77,3	0,5206		69,77	67,35	2,42	0,3043		40,78	39,99	0,79
20	Anetolo	$C_{10}H_{12}O$	148	14,9	0,5257	+ 0,0015	77,80	74,79	3,01	0,3072	+ 0,0010	45,46	44,46	1,00
21	»	»	»	21,6	0,5272	— 0,0005	78,02	74,79	3,23	0,3082	— 0,0004	45,63	44,46	1,17
22	»	»	»	34,4	0,5267	+ 0,0005	77,97	74,79	3,18	0,3078	+ 0,0027	45,55	44,46	1,09
23	»	»	»	77,3	0,5272		78,02	74,79	3,23	0,3105		45,95	44,46	1,49
24	Anisolo	C_7H_8O	108	21,8	0,4938		53,33	53,05	0,28	0,2915		31,48	31,50	— 0,02
25	Timolo	$C_{10}H_{14}O$	150	24,4	0,5104	+ 0,0001	76,56	75,37	1,19	0,3006	+ 0,0021	45,09	44,91	0,18
26	»	»	»	77,3	0,5105		76,57	75,37	1,20	0,3027		45,40	44,91	0,49
27	Diamilene	$C_{10}H_{20}$	140	15,2	0,5470		76,58	76,10	0,18	0,3291		46,07	46,29	— 0,22

TABELLA I.

Nella tabella I sono i resultati diretti delle esperienze, cioè le densità e gli indici di rifrazione delle sostanze alle diverse temperature. Abbiamo creduto inutile di riportare anche gli angoli di deviazione misurati e di mostrare le variazioni della lunghezza degli spettri colla temperatura. Ci basterà di far notare che i nostri studî confermano pienamente l'osservazione di Gladstone che cioè la lunghezza dello spettro diminuisce al crescere della temperatura. Così per la bromonaftalina si ha che tale lunghezza (tra H_β e H_α) è di 3°, 22′, 10″ a 16, 5° e di 3°, 5′, 59″ a 77, 6°: per l'etere metilico dell'α naftolo è di 3°, 5′, 17″ a 13, 9° e di 2°, 49′, 46″ a 77, 7°. Altri esempi potremmo citare giacchè, per i composti da noi studiati, tale regola non soffre nessuna eccezione.

TABELLA II.

Nella tabella II sono espresse le variazioni degli indici di rifrazioni col variare della temperatura. Come già dicemmo ci siamo serviti della formula:

$$\mu_\lambda^t = \mu_\lambda^0 - \alpha t$$

adoperando le esperienze fatte a temperature più diverse fra loro per il calcolo delle costanti μ_λ^0 e α. Di queste la prima rappresenta l'indice di una sostanza alla temperatura di 0° per la riga di lunghezza d'onda λ e α poi rappresenta la diminuzione negli indici per ogni grado di aumento nella temperatura. Nella tabella per ogni riga c'è il valore di μ_λ^0 e quindi nelle due successive gli indici calcolati e i trovati: nell'altra colonna dove è scritto *Differenza* ci sono i numeri che rappresentano l'eccesso del valore trovato sul calcolato, e finalmente nella colonna segnata Δ 1° vi sono i coefficienti α. I valori calcolati coincidono in generale abbastanza bene coi trovati, giacchè le differenze il più spesso non eccedono 0,0003; qualche volta però salgono anche a 0,0008 e in tali casi una retta pare che non possa più esprimere con assoluta esattezza il fenomeno. Così ad esempio per l'alcool cinnamico per la riga H_β e per l'anetolo, soprattutto per la riga H_α. I valori di Δ 1° crescono pel solito quanto più ci si inoltra nella parte più rifrangibile dello spettro: fa però una notevole eccezione l'alcool cinnamico, pel quale composto il valore di Δ 1° per la riga H_β è assai minore di quello per le altre due righe. È da osservarsi che questi valori Δ 1° non differiscono molto tra di loro e nemmeno molto da quelli di altre sostanze organiche. Nel caso nostro oscillano tra 0,000428 e 0,000513. Ora le esperienze di Landolt [1] e di Long [2] fatte, veramente in limiti assai meno estesi di temperatura (tra 15° e 30°), per molti acidi, eteri composti, alcool e aldeidi della serie grassa mostrano che i valori Δ 1° oscillano, salvo un'eccezione dell'aldeide acetica, tra 0,000395 e 0,000590. Al contrario per il solfuro di carbonio si hanno valori assai diversi e precisamente per H_α 0,000780, per H_β 0,000820 e per H_γ 0,000850: così pure per l'acqua, tra 12° e 32°, si ha, come valore unico per tutte le righe, 0,000099. La grandezza di questi valori Δ 1° non sembra veramente stare in relazione semplice

[1] Pogg. Ann. CXVII, 353 (1862); CXXII, 545 (1864).
[2] Silliman Journ. XXI, 279 (1881).

nè colla grandezza degli indici nè colla dispersione. Per l'aldeide acetica, i cui indici di rifrazione sono assai più piccoli dei corrispondenti dell'acqua, i valori $\Delta\,1^\circ$ al contrario sono molto più grandi: in molti altri casi invece avviene il contrario. E nemmeno sembrano essere in relazione colla dispersione, giacchè da un lato i valori $\Delta\,1^\circ$ sono elevatissimi pel solfuro di carbonio che ha una fortissima dispersione, ma d'altra parte per i derivati aromatici, che sono pure molto dispersivi, essi sono più piccoli che per l'aldeide acetica e per alcuni eteri composti della serie grassa. Finalmente non sembra nemmeno che la grandezza di questi $\Delta\,1^\circ$ stia sempre in relazione colla dilatabilità delle sostanze, perchè se da un lato essi sono così grandi per l'aldeide acetica, tanto dilatabile, sono ancora maggiori pel solfuro di carbonio, molto dilatabile anch'esso ma in grado minore. E per l'etere, che è pure uno dei liquidi molto dilatabili, essi non si scostano che di poco dal valore medio.

Tabella III.

In questa tabella sono le rifrazioni specifiche e le molecolari rispetto alla riga H_α e le differenze tra i valori calcolati e i trovati. Per tutti i derivati della naftalina abbiamo ammesso naturalmente, per il calcolo cinque doppî legami e quindi due per i suoi composti esaaddizionati. Per lo stirolo, l'alcool cinnamico e l'anetolo ci siamo attenuti alle formule ormai certe e quindi abbiamo ammessa l'esistenza di quattro doppî legami, per il timolo e l'anisolo di tre e finalmente pel diamilene di uno solo. Nella tabella si trovano i valori sia relativi alla formula n che alla formula n^2. Nella colonna segnata *Differenze per le temperature* si vede entro quali limiti le rifrazioni specifiche si mantengono costanti. Nelle colonne R_α e R'_α sono i valori delle rifrazioni molecolari calcolati in base alle formule n e n^2: nelle colonne successive si vedono le differenze tra i valori trovati e i calcolati. Finalmente nelle ultime due colonne $\frac{\mu_\beta - \mu_\alpha}{d}$ e $\frac{\mu_\gamma - \mu_\alpha}{d}$ sono espresse, secondo la formula adottata da Gladstone, le dispersioni delle diverse sostanze, cioè i quozienti delle differenze tra gli indici di rifrazione estremi per le densità. È evidente che, quando per due composti tali valori sono uguali, una relazione tra le rifrazioni molecolari stabilita per una riga sussiste anche per le altre, almeno servendosi della formula n.

È notevole come per sostanze analoghe i valori di $\frac{\mu_\alpha - 1}{d}$ e $\frac{\mu_\alpha^2 - 1}{(\mu_\alpha^2 + 2)d}$ differiscono poco tra di loro: si guardi la naftalina e la dimetilnaftalina, il naftolo e i suoi due eteri: fra i valori delle rifrazioni specifiche le differenze sono, può dirsi, insignificanti: ad una uguale temperatura (per i naftoli ad esempio) si può ritenere che sparirebbero affatto: ad ogni modo le differenze sono dello stesso ordine di quelle che Landolt ha ammesso potersi verificare per due campioni di uno stesso composto o per le osservazioni di due persone diverse su una sostanza medesima. Anche nella serie grassa si nota, per serie di termini ugualmente costituiti, che la differenza tra le rifrazioni specifiche si fanno mano a mano più piccole quanto più cresce il peso molecolare: peraltro non si ha mai una perfetta uguaglianza, mentre qui è stata raggiunta: un aumento di CH_2 è senza azione sul potere rifrangente specifico e i poteri rifrangenti molecolari sono quindi soltanto funzioni dei pesi molecolari.

Per quel che riguarda le differenze delle rifrazioni specifiche colla temperatura è a notarsi che esse non eccedono mai 0,002 e il più spesso anzi non superano 0,001, ossia sono minori di quelle che Landolt ha creduto potere attribuire ad errori di osservazione o ad impurità delle sostanze. Noi a dir vero non crediamo che, sebbene piccole e di nessuna influenza per gli studî comparativi, si possano totalmente attribuire ad errori di osservazione, tanto più che le variazioni si effettuano quasi sempre con una certa regolarità. La formula n dà valori che diminuiscono, salvo una o due eccezioni, colla temperatura, mentre la formula n^2 dà, senza eccezione, valori crescenti. Del resto le due formule soddisfano nello stesso grado e non sapremmo davvero a quale dare la preferenza.

Le differenze tra le rifrazioni molecolari trovate e quelle calcolate ci mostrano come le regole di Brühl non si mantengono affatto per i derivati della naftalina, per l'alcool cinnamico e l'anetolo ed anche per lo stirolo e il timolo. Invece di una differenza di 12 (2,4 × 5) tra la rifrazione normale e quella trovata per la formula n, come Brühl aveva supposto e predetto, si trovano per i derivati naftalici delle differenze che oscillano tra 16,04 e 18,22: e che queste non sieno ad attribuirsi ad errori di osservazione non è chi non veda, giacchè nella rifrazione molecolare si può commettere al più un errore di 0,8. Se non badassimo che agli aumenti del potere rifrangente saremmo costretti a supporre in questi composti da sette a otto doppî legami. E lo stesso può dirsi dell'alcool cinnamico e dello anetolo dove la rifrazione molecolare è maggiore di 3,43 a 4,95 di quella calcolata secondo Brühl. Per lo stirolo in cui pure vi sono quattro doppî legami e che appartiene quindi, sotto questo punto di vista, allo stesso tipo dei precedenti l'aumento non è così notevole: è appena di 1,64: la quale differenza nondimeno sorpassa di gran lunga gli errori di osservazione giacchè lo stirolo ha un peso molecolare assai piccolo (104).

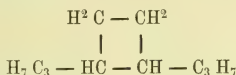
Per i composti di addizione della naftalina la regola di Brühl parrebbe mantenersi: le differenze tra i valori calcolati e i trovati sebbene non tali, crediamo, da potersi attribuire ad errori di osservazione, pure non sono grandissime: e se ne potrebbe con una certa sicurezza indurre che per combinazioni in cui l'addizione sia stata completa il potere rifrangente molecolare sarebbe normale, ossia, in conformità a quello che disse Brühl, che il riunirsi degli atomi di carbonio in catena chiusa non fa aumentare di per sè solo la rifrazione.

Di un altro fatto crediamo si debba tener conto, cioè che la rifrazione va aumentando di mano in mano che si sale nelle serie: così per la naftalina l'incremento è soltanto 4,04 e per la dimetilnaftalina è più di 5; per l'α naftolo è 5,25, è maggiore, tenuto conto della temperatura, per l'etere metilico e, finalmente, maggiore ancora per il propilico. E relazioni analoghe si verificano per lo stirolo, l'anetolo e l'alcool cinnamico ed anche per il benzolo, il toluolo e il mesitilene (vedi esperienze di Brühl). Il fatto che l'anetolo, in cui esiste il gruppo OCH_3, ha una rifrazione molecolare assai più elevata di quella dello stirolo ci spinse a sperimentare se era il gruppo OCH_3 che produceva tale aumento: però le osservazioni fatte sull'anisolo ci mostrarono non avere il gruppo ossimetile alcuna speciale azione sul potere rifrangente. Fondandoci poi sul fatto che la rifrazione molecolare per i termini di una stessa serie aumenta, e, almeno per la serie aromatica, rapidamente, coll'aumentare

del peso molecolare, esperimentammo sul timolo e trovammo pienamente confermate le nostre previsioni, giacchè la differenza tra il valore calcolato e il trovato è di 1,45. È notevole qui il vedere come la rifrazione molecolare va aumentando per gradi: limitandoci al fenolo, agli alcool e al timolo abbiamo:

	Aumento sul valore normale
Fenolo	7,2
Alcool benzilico	7,0
» fenilpropilico	8,1
Timolo	8,65

Per il diamilene si ha una concordanza quasi perfetta tra il valore trovato e quello calcolato supponendo in questo idrocarburo l'esistenza di un legame doppio. Il prof. R. Schiff invece dai suoi studî sui volumi molecolari era stato indotto a credere più probabile la costituzione:

$$\begin{array}{c} H^2\,C - CH^2 \\ |\quad\;\; | \\ H_7\,C_3 - HC - CH - C_3\,H_7 \end{array}$$

Tutto quello che sin qui abbiamo detto sui poteri rifrangenti molecolari vale per la formula n. Per quella n^2 si osserva al solito che non vi è concordanza tra i valori trovati e quelli calcolati secondo le regole di Brühl: però le differenze, tenuto conto anche dei valori più piccoli delle costanti, sono assai minori. Infatti gli aumenti invece di oscillare tra 4,04 e 6,22 oscillano tra 0,80 e 2,43 (soltanto per il propil-α naftolo sale a 3,86). Ora poichè il valore del doppio legame è, per la formula n^2 e per la riga H_α, 1,78 si avrebbe, se volessimo esprimere le differenze in doppî legami, soltanto uno di più di quelli calcolati, mentre per la formula n se ne avevano due e anche tre di più: anzi bene spesso non raggiunge l'aumento nemmeno il numero 1,78. Ripetiamo le differenze non sono tali da attribuirsi ad errori di osservazione: nondimeno parrebbe che qui le due formule non conducessero a identici risultati. Ma di tale questione verrà discusso altrove da uno di noi. Del resto anche per la formula n^2 si osserva che gli aumenti vanno facendosi maggiori, per sostanze di analoga costituzione, col crescere del peso molecolare: si potrebbero citare gli stessi esempî che di sopra abbiamo addotti. E quanto al diamilene si giunge allo stesso resultato: il valore trovato però eccede, sebbene di poco, quello calcolato.

Se dal confronto dei poteri rifrangenti molecolari della naftalina e della dimetilnaftalina, del naftolo e dei suoi eteri, della esaidro e della esaidrodimetilnaftalina, dell'anisolo e del timolo volessimo dedurre i valori di CH_2 si vedrebbe che per la formula n questi oscillano tra 8,14 e 7,54 ossia sono abbastanza concordanti col valore medio, o calcolato, che è 7,6: in generale però sono un po' maggiori di esso e crescono col peso molecolare, come facilmente si rileva da quello che sopra abbiamo detto: per la formula n^2 oscillano tra 4,39 e 4,69, mentre il valore calcolato è 4,76, o in altri termini sono un po' più piccoli. Dal confronto della naftalina coll'α-naftolo ne risulta, per la formola n, che l'ossigeno alcoolico ha un valore 4,01, mentre quello calcolato è 2,8: per la formula n^2 si trova invece il numero 1,76 che di poco eccede quello calcolato (1,58). In questo caso la formula n dà resultati che

stanno in aperta contraddizione colle attuali idee sulla rifrazione. Del resto ciò non deve far meraviglia giacchè anche dal confronto dei poteri rifrangenti molecolari del fenolo e del benzolo si ricava il numero 3,81 per O′ (47,81—44,00) e anche dal toluolo e dall'anisolo e dall'alcool benzilico, dal mesitilene e dall'alcool fenilpropilico si ottengono per O′ dei valori che sorpassano sempre di circa 1 quello che si è adottato in base alle ricerche fatte per la serie grassa. Questo ben inteso per la formula n, chè per l'altra le divergenze sono assai minori.

Se alla rifrazione molecolare della bromonaftalina si aggiunge quella atomica dell'idrogeno e dalla somma si sottrae quella molecolare della naftalina si hanno per la rifrazione atomica del bromo i seguenti numeri:

15,36 per la formula n
8,32 per la formula n^2

concordanti come si vede con quelli da noi adottati e tratti dal bromuro di propile e di isopropile, cioè 15,30 e 9.

Quanto alla dispersione è da notarsi come essa si mantenga costante colla temperatura: anche per intervalli assai grandi non si hanno differenze che nella quarta cifra decimale. La dispersione sembra diminuisca di mano in mano che al nucleo naftalico vengono aggiunti gruppi laterali: così per la naftalina (H_β–H_α) è 0,0297, per l'α-naftolo 0,0296, per l'etere metilico 0,0285 e per il propilico soltanto 0,0264: è sempre l'idrocarburo fondamentale quello che ha maggiore dispersione. Lo stesso si verifica per lo stirolo in confronto dell'alcool cinnamico e dell'anetolo, e per il benzolo e gli idrocarburi omologhi. I composti di addizione della naftalina hanno un piccolo potere dispersivo, di poco inferiore a quello del timolo, e piccolissimo poi lo ha il diamilene.

Tabella IV.

Sono raccolti in questa tabella i valori A e B della formula di dispersione di Cauchy determinati per ogni sostanza e alle diverse temperatura col metodo dei minimi quadrati e ponendo in calcolo tutte le esperienze eseguite. Vi sono poi ancora gli indici di rifrazione trovati e quelli calcolati coll'aiuto delle due costanti. È facile il vedere come per i derivati della naftalina, per lo stirolo, l'alcool cinnamico e l'anetolo l'accordo tra gli indici trovati e i calcolati, quando A e B si deducono dai resultati delle esperienze relative a tutte e quattro le righe, sia tutt'altro che soddisfacente: infatti per la dimetilnaftalina, il metil-α-naftolo, l'alcool cinnamico e l'anetolo si hanno differenze anche di 0,002 circa e di 0,00099 per lo stirolo. Invece per l'anisolo, il timolo e la esaidronaftalina esse non eccedono 0,0007 e il più spesso nemmeno 0,0005. Per il diamilene poi la concordanza è perfetta. Dal punto di vista delle applicazioni alla chimica fisica è notevole il fatto che anche per quelle sostanze per le quali la formula di Cauchy con due costanti è completamente in difetto, quando si pongano in calcolo le esperienze relative alle righe H_α D H_β H_γ, si ha una sufficiente concordanza non considerando che le prime tre righe. Abbiamo infatti una differenza media tra i valori calcolati e i trovati, di circa 0,0003 e perfetta coincidenza per la esaidrodimetilnaftalina. Al crescere della temperatura diminuiscono le quantità A: però non abbiamo calcolato i valori $\Delta t°$ giacchè non crediamo

sieno confrontabili le costanti A, le quali non sempre sono state dedotte nello stesso modo. Le B, che rappresentano in un certo modo la rapidità della dispersione, assumono dei valori diversissimi. Pel diamilene B è piccolissima (0,47768) e circa la terza parte di A; invece pel metil-α-naftolo è elevatissima (1,7872) e supera A di circa 0,2. Quando la temperatura cresce, B, per una stessa sostanza, diminuisce o, in altri termini, diminuisce la dispersione. Ed è pure da osservare che per composti di costituzione analoga questi coefficienti di dispersione si vanno facendo più piccoli di mano in mano che al nucleo fondamentale naftalico o benzolico si aggiungono gruppi laterali saturi. Ciò vediamo, tenuto conto ben inteso della temperatura, per la naftalina e la dimetilnaftalina, l'α-naftolo e i suoi due eteri, l'esaidro e la esaidrodimetilnaftalina, il fenolo (esperienze di Landolt), l'anisolo e il timolo, il benzolo, il toluene e il mesitilene (esperienze di Brühl). Ci troviamo qui dunque in presenza a questi due fatti: che per la serie del benzolo e della naftalina le differenze tra le rifrazioni molecolari trovate e le calcolate vanno facendosi sempre più grandi, per composti di analoga costituzione quanto più cresce il peso molecolare, mentre invece la dispersione va diminuendo.

Abbiamo voluto verificare se la formula di Cauchy con tre termini dà resultati esatti in quei casi in cui quella con due non è sufficiente. Per la dimetilnaftalina (temperatura 27,7°) abbiamo trovato:

$$A = 1,57476$$
$$B = 1,00587$$
$$C = 8,20939$$

Calcolando il valore di μ_D si trova uguale a 1,61053, mentre quello dato dall'esperienza è 1,61052 (differenza 0,00001). Per il metil-α-naftolo (temperatura 13,9°) abbiamo:

$$A = 1,58953$$
$$B = 0,78617$$
$$C = 12,953$$

E quindi $\mu_D = 1,62291$, mentre μ_D trovato $= 1,62322$ (differenza 0,00031). L'accordo non potrebbe essere più perfetto. Ora noi colla formola a due costanti per la dimetilnaftalina avevamo trovato per A 1,5637 invece di 1,5748, e per il metil-α naftolo 1,5721 invece di 1,5895. Come si vede i valori di A sono, colla formula a tre costanti, notevolmente più elevati e questo sta in contraddizione con quello che Brühl (¹) ed altri avevano supposto cioè che i valori degli indici di rifrazione per $\lambda = \infty$ per sostanze molto dispersive divengono più piccoli quando si prende una formula di dispersione più esatta.

Tabella V.

Analoga del tutto alla tabella III è la tabella V. L'unica differenza è che ai valori μ_α sono sostituiti quelli A. Molte delle osservazioni fatte a proposito dell'altra tabella si potrebbero ripetere qui. Le rifrazioni specifiche variano colla temperatura nello stesso senso che per la riga H_α e le variazioni sono presso a poco della stessa

(¹) Liebig's Annalen CC, 206.

grandezza, quando si abbia cura di non confrontare, che delle espressioni relative ad A calcolate nello stesso modo: altrimenti sono assai maggiori e giungono sino a 0,0040. Però se si considera che per la dimetilnaftalina colla formula n^2, si ha una differenza di 0,0027 (per valori di A dedotti identicamente da H_α D H_β) si concluderà che non può dirsi davvero esserci un vantaggio adoperando la costante A. Vero è che una formula di dispersione con due soli termini non basta e a questa insufficienza si potrà attribuire il fatto che le regolarità saltano fuori assai meglio adottando gli indici di rifrazione direttamente osservati anzichè quelli relativi a un raggio di lunghezza d'onda infinita.

Le differenze tra le rifrazioni molecolari trovate e quelle calcolate sono assai grandi e la regola di Brühl è ben lungi dall'essere verificata: oscillano queste differenze tra 2,3 e 4,20: per lo stirolo si ha una differenza assai piccola, 0,89. Però se si confrontano con quelle relative agli indici μ_α si vedrà che sono assai minori: infatti sono sempre più piccole (salvo per il propil-α-naftolo) al valore di due doppî legami (4), mentre per la riga H_α corrispondevano almeno a due, ma qualche volta anche a tre. Questo per la formula n. Per l'altra formula gli aumenti sono anche più piccoli; anzi non raggiungono mai il valore di un doppio legame (1,78), in qualche caso anzi come per la bromonaftalina, lo stirolo e l'anetolo rientrano addirittura negli errori di osservazione e presso a poco lo stesso accade per l'alcool cinnamico. In altri termini qui le due formule non conducono più agli stessi resultati. La formula n, farebbe supporre l'esistenza di doppî legami in più, mentre la n^2 li escluderebbe. Quanto ai valori di CH_2, di O' di Br valgono le stesse considerazioni che abbiamo fatte a proposito della tabella III.

Dall' osservare che le differenze tra i valori calcolati e i trovati si sonó rese minori adoprando gli. indici di rifrazione relativi ad un raggio di lunghezza d'onda infinita si potrebbe essere indotti a credere che facendo uso di una formula di dispersione più esatta, p. es. quella di Cauchy con tre termini, la quale soddisfa completamente, si avrebbe un accordo completo fra la teoria e l' esperienza. Però già abbiamo implicitamente visto che accade il contrario, giacchè nella illustrazione della tabella IV abbiamo mostrato che i valori di A aumentano notevolmente quando si faccia uso di tre costanti. Naturalmente aumentano quindi anche i valori delle rifrazioni specifiche e molecolari specialmente per la formula n. Abbiamo infatti, per la dimetilnaftaliua alla temperatura di 27,7°, che il potere rifrangente molecolare diventa 88,73 invece di 87,02 per la formula n e quindi la differenza tra il trovato e il calcolato è 4,93 invece di 3,22: per la formula n poi si ha 50,99 in luogo di 50,18, e la differenza 1,64 in luogo di 0,83. Quanto al metil-α-naftolo (t. 13,9°) per la formula n invece di 82,44 abbiamo 84,29 e una differenza di 5,89 mentre non era che di 3,38: per l'altra formula poi il potere rifrangente molecolare da 47,43 sale a 48,60 e la differenza da 0,99 a 2,16.

Noi abbiamo creduto inutile di eseguire per tutte le sostanze e per tutte le temperature il calcolo con tre costanti per la deduzione dei valori di A. Questi esempî crediamo sieno più che sufficienti a mostrare che l'uso di una formula più esatta di dispersione non fa che aumentare le divergenze. Noteremo soltanto che adoprando la formula a tre costanti si ha una maggiore corrispondenza coi resultati relativi alla riga H_α.

CONCLUSIONI

Nella illustrazione delle singole tabelle abbiamo visto quali sieno le diverse conseguenze che dalle nostre ricerche si possono dedurre. Noi crediamo inutile di qui riferirle tutte. Diremo soltanto, per terminare, alcune cose che riguardano la principale di tutte le conclusioni, quella che si riferisce all'ipotesi di Brühl. Le nostre esperienze e i nostri calcoli dimostrano chiaramente che l'ipotesi che ogni doppio legame e soltanto ogni doppio legame faccia aumentare di una quantità costante la rifrazione molecolare non è confermata dai fatti per intere serie di sostanze, giacchè per composti in cui non vi sono che quattro o cinque doppî legami gli aumenti nelle rifrazioni molecolari ne indicherebbero un numero assai maggiore. Vediamo gli aumenti crescere di mano in mano che i composti vanno facendosi più poveri in idrogeno, ma una proporzionalità tra i valori degli accrescimenti e il numero di coppie d'atomi di idrogeno che sono sparite non esiste: e nemmeno esiste una relazione semplice cogli altri cambiamenti che la formula di struttura ha subito, cambiamenti che abbiamo espressi coi doppî legami, colle catene chiuse ecc. ecc. L'aumento va crescendo più o meno rapidamente dalla serie grassa a quella delle oleffine, da questa a quella del benzolo e a quella della naftalina, ma quale legge segua nel crescere non sappiamo e non è probabile che segua una legge di cui possiamo renderci conto colle nostre formule di struttura. A noi sembra che gli studî fatti sin qui conducano soltanto a questa conclusione sicura: si può con una certa approssimazione ammettere che per ogni serie valga il principio che ogni atomo porti con sè nella molecola il suo contributo fisso di rifrazione: di qui ne segue che, per ogni serie, si possono determinare delle costanti, le rifrazioni atomiche, le quali servono a stabilire con più o meno esattezza le rifrazioni specifiche dei composti: per la serie grassa si ha poi il fatto notevole che i valori medî di queste rifrazioni atomiche coincidono con quelli dedotti direttamente dagli elementi. Osservisi però che anche nella serie grassa questa costanza nelle rifrazioni atomiche non è assoluta, giacchè più cresce il peso molecolare e più cresce la rifrazione e più va facendosi grande il disaccordo tra i valori calcolati e quelli trovati. Per le altre serie le rifrazioni atomiche che valgono per la serie grassa non soddisfano più, sono troppo piccole, e quindi sono necessarie altre costanti. Se poi in questi casi tutti gli atomi abbiano cambiato di rifrazione atomica per valori diversi per i diversi elementi, ma uguali per quelli di una stessa specie, o se invece, pure avendo cambiato tutti, non tutti, anche quelli della stessa specie, hanno cambiato in ugual grado, o finalmente se soltanto le rifrazioni atomiche di alcuni hanno variato, sono tutte questioni sulle quali non possiamo pronunziarci. Certo è che quando si passa da una serie ad un'altra vi è come un salto nella rifrazione molecolare: in generale si trovano differenze assai più grandi quando si comparano i valori medî relativi ad una data serie con quelli relativi ad un'altra, che quando invece si compara un termine di una serie con un'altra della medesima.

Vi è dunque per ognuna una costanza relativa, che è ben lungi però dal poter servire di base a stabilire delle vere leggi.

Per quanto non sia confortante di dover riportare molto addietro una questione che si credeva pienamente risoluta, pure noi non possiamo fare a meno di conchiudere che dai fatti questo solo sembra resultare con evidenza: che la rifrazione molecolare dei composti organici cresce quanto più il composto va facendosi ricco in carbonio, ma i valori numerici degli aumenti non stanno in nessuna relazione semplice coi cambiamenti avvenuti nelle formule di struttura.

Le sostanze, esaminate in questo lavoro, furono preparate e purificate nell'Istituto chimico e le osservazioni ottiche furono eseguite nell'Istituto fisico della r. Università di Roma. E qui siamo lieti di potere esternare all' illustre prof. Blaserna i nostri più vivi ringraziamenti, non solo per l'ospitalità da lui accordataci nell' Istituto fisico, ma ancora per i molti e validi aiuti e consigli di cui ci volle esser largo.

INDICE DEL VOLUME XVIII.° SERIE 3.ª

Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.